

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
BÖLCSESZETTUDOMÁNYI KAR
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA
INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLOGIÁK
AZ OKTATÁSBAN DOKTORI PROGRAM

HÜLBER LÁSZLÓ

ÁTTÉRÉS A TECHNOLOGIA ALAPÚ MÉRÉS-ÉRTÉKELESRE:
PAPÍR ÉS SZÁMÍTÓGÉP ALAPÚ MATEMATIKA TESZTELÉS
ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA 1-6. ÉVFOLYAMON

Ph.D-értekezés

Témavezető:
Dr. Molnár Gyöngyvér
egyetemi tanár



Szeged
2015

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	1
BEVEZETÉS	3
1. TECHNOLÓGIA ALAPÚ TESZTELÉS	7
1.1. A technológiai alapú tesztelés típusai	7
1.1.1. A közvetítő eszköz típusa és a közvetítés módja szerinti osztályozás	7
1.1.2. A technológia nyújtotta lehetőségek kihasználásnak mértéke szerinti osztályozás	10
1.2. A technológia szerepe a tesztelés hatékonyságának növelésében	17
1.2.1. 21. századi képességek mérésének megvalósítása	18
1.2.2. Kiértékelési folyamat teljes körű fejlődése	25
1.3. Az elektronikus tesztelés generációi, nemzetközi és magyarországi implementációk	32
1.3.1. Az elektronikus tesztelés generációi	32
1.3.2. Az elektronikus tesztelés nemzetközi és magyarországi implementációi	44
2. A PAPÍR ALAPÚ TESZTELÉSRŐL VALÓ ÁTTÉRÉS KÉRDÉSEI, VIZSGÁLATAI, SZABÁLYOZÁSA	53
2.1. Hogyan változik a tesztek alkalmazhatósága a technológia bevezetésének következtében? A módosító hatások azonosítása	53
2.1.1. A technológia alapú tesztelés bevezetéséhez tartozó kérdések	53
2.1.2. A médiahatás meghatározása, papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlítása	59
2.2. Médiahatás-vizsgálatok eredményei	63
2.2.1. Média-hatásvizsgálatok történetének összefoglalása, a disszertáció számára releváns kutatási területek meghatározása	63
2.2.2. Médiahatás-vizsgálatok eredményei a technológiai paraméterekre	68
2.2.3. Teszt- és itemparaméterek médiahatásra gyakorolt befolyása	75
2.2.4. A minta tulajdonságaira vonatkozó média-hatásvizsgálatok	77
2.2.5. A magyarországi médiahatás-vizsgálatok eredményei	86
2.2.6. Matematika területén végzett médiahatás-vizsgálatok eredményei	90
2.3. Az összehasonlító vizsgálatok kutatási stratégiája	98
2.4. Nemzetközi irányelvek a számítógép alapú tesztelésben	104

3. PAPÍR ÉS SZÁMÍTÓGÉP ALAPÚ MATEMATIKA TESZTEREDMÉNYEK EMPIRIKUS ÖSSZEHAJONLÍTÓ VIZSGÁLATA ELSŐTŐL HATODIK OSZTÁLYIG	108
3.1. Az empirikus kutatás céljai, hipotézisei	108
3.2. Az empirikus vizsgálat kutatási stratégiája.....	115
3.2.1. A mérésben résztvevők és az adatfelvétel	115
3.2.2. Mérőeszközök.....	120
3.2.3. Eljárások	123
4. A SZÁMÍTÓGÉP ALAPÚ TESZTELÉSRE VALÓ ÁTTÉRÉS BIZTOSÍTÁSA AZ EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN	134
4.1. A kutatás eredményei.....	134
4.1.1. A tesztek megbízhatóságára vonatkozó eredmények (H1).....	134
4.1.2. Papír és számítógép alapú eredmények összehasonlítása (H2)	135
4.1.3. A különböző itemparaméterek szerinti eredmények	136
4.1.4. A minta tulajdonságaira vonatkozó eredmények.....	139
4.1.5. A tesztelést követően a felügyelőktől, rendszergazdáktól begyűjtött kérdőívek eredményei	146
4.2. A kutatás eredményeinek értelmezése a hipotézisek tükrében	150
4.2.1. Általános irányú hipotézisek vizsgálata.....	150
4.2.2. Az itemek tulajdonságaira vonatkozó hipotézisek vizsgálata	152
4.2.3. A minta tulajdonságaira vonatkozó hipotézisek vizsgálata	161
4.2.4. Összegzés a kutatási célok mentén	166
4.3. Számítógép alapú tesztelés kivitelezésére vonatkozó javaslatok.....	170
ÖSSZEGZÉS	179
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	182
IRODALOMJEGYZÉK.....	183
ÁBRAJEGYZÉK	203
TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	205
MELLÉKLETEK.....	207

BEVEZETÉS

Az 1960-70-es években teret nyerő információs forradalom meghatározóbb változásokat teremtett, mint a korábbi mezőgazdasági, ipari forradalmak, mivel behatolt az emberi tevékenység minden területére és ott alapvető átalakulások katalizátorává vált (*Vámos, 2000*). Az infokommunikációs technológiák (IKT) jelentőségét igazolja, hogy elsődleges információforrássá és kommunikációs eszközzé váltak, elengedhetetlenek a munkaerőpiacon való érvényesüléshez és a mindennapi élet ügyintézéséhez. A 21. században jellemzően azok a tudományterületek fejlődnek dinamikusán, amelyekben az informatikai eszközök meghatározó szerepet tudnak betölteni (*Turányi, 2011*).

Természetes következmény, hogy az oktatás világára is jelentős hatást gyakorolnak az új technológiai eszközök (*Redecker és Johannessen, 2013*). Az oktatásban eredményesen felhasználható technológiák száma magas (*Coalition, 2012; Gartner Research, 2012*), pedig kevés származik ezek közül eredetileg az oktatás területéről. Az IKT eszközök jellemzően a hype görbén (*Fenn és LeHong, 2011*) áthaladva a túlzott lelkesedéstől a kiábrándulás periódusán át szerepének végső megértéséig keresik, majd találják meg adekvát pedagógiai szerepüket. Ezen eszközök oktatásban való alkalmazása kettős céllal történik, egyrésztől növelhető a tanítás-tanulás folyamatának hatékonysága, másrésztől az IKT használathoz kötődő digitális műveltség (*Griffin, McGaw és Care, 2012*) fejlesztése az intézményes oktatás feladatává vált.

A technológia térnyerése mellett jelentősen befolyásolja az oktatás jövőjét, hogy a változások exponenciálisan gyorsuló ütemben követik egymást, amelyben a 21. századi munkához és életvezetéshez való készségek és képességek folytonosan fejlődnek (*Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley és Rumble, 2012*). Az oktatáspolitikai úgy reflektált ezekre a folyamatokra, hogy az elavuló kompetenciák helyett olyan kulcskompetenciák fejlesztését tűzte ki célul, amelyek az élethosszig tartó tanulást szolgálják (*Council of the European Union, 2006*). A legutóbbi „Gondoljuk újra az oktatási stratégiákat” (*Rethinking Education Strategy*) kiemeli, hogy az oktatási hatóságok leginkább a transzerverzális alapképességek fejlesztésére, különös tekintettel a vállalkozói készségekre (*entrepreneurial skills*) és az IKT műveltségre koncentrálnak.

Az oktatás céljait és tartalmát illetően is az újratervezés szakaszában van, amelynek fő célja, a 21. századi képességek kiművelése, a tanítás-tanulás hatékonyságának növelése. Mindazonáltal az oktatási folyamatok akkor tudnak előrelépni, ha a mérés-értékelési gyakorlatok is megváltoznak. Az értékelés az oktatás elemi összetevője, amely lehetővé teszi, hogy a tanítás és a tanulás minősége értékelhető legyen és fejlődjön (*Ferrari, Cachia és Punie, 2009*). Jellemzően az értékelés prioritásokat határoz meg az oktatásban (*NACCCE, 1999*), befolyásolja a pedagógiai gyakorlatot, és hatással van a tanulási folyamatokra (*Ellis és Barrs, 2008*). A változások a tantervekben és a tanulási célokban önmagukban hatástalanok, ha az értékelési gyakorlat nem változik (*Cachia, Ferrari, Ala-Mutka és Punie, 2010; Redecker és Johannessen, 2013*). A 21. századi képességek mérésének 21. századi módszerei pedig csak IKT alapon képzelhetők el hatékonyan és korszerűen.

A mikroszintű tanórai folyamatoktól kezdve a makroszintű közoktatás egészének irányításáig az érdekelteknek folyamatosan nő az információgazdag visszacsatolásra való igénye a rendszer hatékony fejlesztéséhez (Csapó, Molnár, Pap-Szigeti és R. Tóth, 2009). A mutatók és a mércék kulcsfontosságú elemei a tényeken alapuló rendszerirányításnak és döntéshozatalnak, valamint a különböző intézkedések nyomon követésének. Az összehasonlítható adatok iránt gyorsan növekszik az érdeklődés mind nemzeti, mind pedig nemzetközi szinten. Az oktatás és a képzés legújabb fejlesztései fokozták az igényt a mutatószámokkal, kiemelten a készségek és a kompetenciák mérésével kapcsolatosan (Bjerkestrand, 2009). A kétezres években már jelentős fejlődésnek indult a pedagógiai értékelés gyakorlata, olyan nagy volumenű, rendszeres nemzetközi felméréseknek köszönhetően, mint a *Programme for International Student Assessment* (továbbiakban: PISA), *Trends in International Mathematics and Science Study* (továbbiakban: TIMSS), *Progress in International Reading Literacy Study* (továbbiakban: PIRLS), valamint az egyes országokat jellemző nemzeti értékelési rendszerek (például a hazai Országos kompetenciamérés) kialakítása is általánossá vált (R. Tóth, Molnár, Latour és Csapó, 2011). Az Európai Bizottság nagy figyelmet fordít az *Organisation for Economic Cooperation and Development* (továbbiakban: OECD), *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (továbbiakban: IEA) és más nemzetközi szervezetek által fejlesztett felmérések eredményeire. Állandó feladatának tartja további mérések elősegítését különböző műveltségi területeken, különböző populációkra fókuszálva. Annak érdekében, hogy a minimálisra csökkentsék a terheket a résztvevő országok és a nemzetközi felmérésekben résztvevők számára, korszerűsítsék a mérés-értékelést, valamint javítsák a tesztek, az értékelések és az eredmények terjesztésének minőségét a Bizottság arra törekszik, hogy informatizálja a különböző mérési formákat (Bjerkestrand, 2009).

A hatalmi aktorok, oktatáspolitikusok által egyik legvonzóbb jellemző a technológia alapú mérés-értékelésben annak költséghatékonysága. Mindamellet a hagyományos papír alapú módszerekről a technológia alapú módokra való átállás előnye és hatékonysága a mérés-értékelés minden egyes szintjén kimutatható (Csapó, Ainley, Bennett, Latour és Law, 2012), illetve megvalósíthatja a 21. századi képességek mérését is. Más IKT eszközök oktatásban való említett szerepkeresésével szemben a pedagógiai értékelés tipikusan olyan terület, ahol a gyakorlat igénye váltja ki az IKT eszközök alkalmazását (Csapó és mtsai, 2009).

A technológia alapú mérés-értékelés legáltalánosabb, leggyakoribb formáját a tesztelést tekintve, nem csak a közvetítő eszköz, a teszt médiuma változik meg, hanem olyan lehetőségek nyílnak meg, amelyek reformváltozásokat indíthatnak a mérés-értékelés egész területén (Lent, 2009). Ripley (2008) szerint a technológia alkalmas a mérés-értékelés újraértelmezésére, és olyan forradalmi átalakulásokat idézhet elő, amelyek végső célként jobba tehetik a különböző oktatási rendszereket. A technológia alapú értékeléssel szemben támasztott elvárások – különböző szintjeken, eltérő célok és tartalmak mentén – napjainkra monumentálissá váltak. Egyesek a technológia forradalmi szerepét a nagymintás szummatív értékelés megújításában (Breiter, Groß és Stauke, 2013), mások a személyre szabott, beágyazott (*embedded*) formatív tesztelés megvalósításában (Redecker és Johannessen, 2013) vizualizálják.

Annak ellenére, hogy a technológia mérés-értékelésben való alkalmazása négy kontinensen széles körben terjed (Csapó és mtsai, 2012), a fenti elvárásoknak köszönhetően sok kutató kritizálja az áttérés ütemét (pl.: Ripley, 2008; Schroeders és Wilhelm, 2010; Chua Yan Piawa, 2012). A technológia alapú mérés bevezetését azonban nem lehet automatikus folyamatnak vagy pusztán technikai kérdésnek tekinteni, miután az „oktatásban minden jelentős változásnak lehetnek nemkívánatos mellékhatásai is, így a szélesebb körű elterjesztés előtt minden mellékhatást gondos vizsgálat tárgyává kell tenni.” (Csapó és mtsai, 2009. 102. o). A kérdés nem az, hogy az értékelésnek magában kell-e foglalnia a technológiát, hanem az, hogy hogyan lehet felelősségteljesen véghezvinni, nem csupán megőrizni érvényességét, méltányosságát, használhatóságát és hitelességét, hanem továbbfejleszteni mindezen jellemzők minőségét (Bennett, 2002).

A mérési intézetek a technológia alapú mérésre való áttérést nem egyik pillanatról a másikra szeretnék végrehajtani, hanem átmeneti állapotokkal közelítenek a kívánt cél felé (Lent, 2009). A papír-ceruza tesztelésről a számítógép alapú tesztelésre való áttérés esetében, első lépésként Csapó és mtsai (2009) a papír alapú tesztek digitalizálását javasolják az eredeti teszt formátumának minél több szempont szerint történő megőrzése mellett. Ilyen vizsgálati elrendezés biztosítja az olyan összehasonlító elemzések véghezvitelét, amely képes a teszteredményekre vonatkozóan azonosítani a média, a közvetítő eszköz hatását (médiahatás – *media effect*). Jelenlegi tudásunk a tesztekvivalenciáról nem elegendő, hogy összetett méréseket alkalmazzunk úgy, hogy nem vesszük figyelembe a közvetítő médiát. Indokolt, hogy a két médiumot ne kezeljük egyazon platformként, hanem kutatásokkal, összehasonlító vizsgálatokkal jellemezzük a változásokat és különbségeket, amelyek segíthetik az egymásnak való megfeleltetést (amennyiben ez szükséges), a tesztmédiumok célnak megfelelő, valid és megbízható használatát (Wilhelm és Schroeders, 2007). Az eredmények egymásnak való megfeleltetésén túl (például papír alapú longitudinális tesztek számítógép alapon történő kivitelezésekor), elengedhetetlen a felelősségteljes áttéréshez, hogy a médiahatás minden vonatkozását ismerjük, és ne legyenek hátrányosan érintett csoportok (Lent, 2009).

A papír és technológia alapú tesztelés összehasonlító vizsgálatai körülbelül 30 éves múltta tekintenek vissza (Wang, Jiao, Young, Brooks és Olson, 2008). Az elemzések egyrészt azért nem zárulnak le, mert a technológia folyamatosan fejlődik, és újabb kérdések merülnek fel (például Illingworth, Morelli, Scott és Boyd, 2014), másrészt a tanulmányok sokszor ellentétes irányú következtetései nem szintetizálhatók egységes alaptételekké. Az összehasonlító vizsgálatok ugyanis más-más konstruktumot, eltérő hardver/szoftver rendszerekkel, különböző mintán és itemformátukkal, különféle mintakialakítással, elemzési eljárásokkal vizsgálták, illetve eltérő dokumentációs stílussal (pl.: részletezettséggel) publikáltak (Wang és Shin, 2009). Pommerich (2004) a helyzet megoldására azt javasolja, hogy a technológia alapú tesztelésre való áttérés előtt minden mérési intézet végezzen összehasonlító tanulmányokat a saját tesztjeivel és technológiai hátterével, mert a tanulmányok eredményei nem teljeskörűen általánosíthatóak, és országonként, kultúránként is lehetnek egyéni eltérések (Björnsson, 2008).

A 20 éves mérési hagyományokkal rendelkező szegedi műhely kutatásainál a papír alapú adatfelvételt fokozatosan felváltják a technológia alapú adatfelvételi módok (Hülber és Molnár, 2013). A disszertációban bemutatott kutatás célja, hogy elősegítse ezt a folyamatot Magyarországon, reprezentatív összehasonlítást végezzen a matematika műveltségterületen,

elsőtől hatodikig évfolyamon, az elérhető itemtípusok és paraméterek teljes spektrumának lefedésével a különböző tesztkörnyezetben érvényesülő médiahatás azonosításáért. A matematika műveltségterületre azért esett a választás, mert fontos szerepet játszik az általános és középiskolai oktatásban, meghatározó a diákok tanulmányi előmenetelében (Wang, Jiao, Young, Brooks és Olson, 2007).

A kutatás hiánypótlónak mondható, mivel (1) számítógép alapon a számítógépes gyakorlottság szempontjából heterogén tudással bíró elemi iskolásokat is magas elemszámmal vizsgálja; (2) a vizsgált itemek nem korlátozódnak egy szűk körre (például típus szerint: feleletválasztós itemek), hanem (3) az itemeket jellemző több dimenziós paraméterrendszer teljes lefedésére törekszik; (4) valószínűségi tesztelméleten alapuló elemzési módszereket alkalmaz. A disszertáció az első országos szintű és nagy elemszámú online tesztelés tapasztalatairól számol be.

Az értekezés első fejezete bemutatja a témakör alapfogalmait, a technológia alapú tesztelés különböző megvalósulási formáit; jellemzi az áttérést generáló faktorokat, a tesztelés hatékonyságát növelő szerepüket, indokolja a közvetítő eszköz cseréjének indokait. Az összehasonlító vizsgálatot kontextusba helyezi azáltal, hogy megmutatja, hol tart ma a tesztelés jelenlegi gyakorlata, milyen jövőképek fogalmazódnak meg a mérés-értékelés világában.

A második fejezet elsőként az áttéréssel járó pszichometriai, technológiai és egyéb kérdéseket járja körül meghatározva a kutatás problémafelvetését. A migrációval kapcsolatos különböző problémákat nemzetközi szervezetek által megfogalmazott irányelvek ajánlásával próbálják kezelhető mértékűre csökkenteni. Ezen javaslatok áttekintése után a vonatkozó kutatási kérdések szerint szintetizáljuk a hazai és nemzetközi összehasonlító vizsgálatok főbb ismérveit és eredményeit. A fókuszpont a matematika területére összpontosul; a technológiára, mintára vonatkozó elemzések – általánosítható mivoltuk következtében – tartalmi korlátozások nélkül kerülnek analizálására. Végül felvázoljuk, hogy a disszertáció hogyan illeszkedik az összehasonlító vizsgálatok eddigi struktúrájába.

A harmadik fejezet a kutatás módszereit mutatja be hagyományos elrendezésben: kutatási célok, hipotézisek, módszerek leírása mentén. A kutatás hipotézisei az online tesztelés megbízhatóságára, azon itemparaméterekre, amelyek befolyásolhatják a médiahatást és a minta jellemzőire vonatkoznak. A fejezet eredménye egy önálló kidolgozású, összehasonlítást biztosító paraméterrendszer kidolgozása, amely más médiumú, tartalmú, elrendezésű komparatiztikus vizsgálatok alapja is lehet. Módszertani szempontból több haladó megoldást is tartalmaz: több szempontú mintaillesztést alkalmaz; a különböző tesztváltozatok összekapcsolása horgony itemek segítségével történik évfolyamonként; a valószínűségi tesztelméletek családjába tartozó Rasch-modell segítségével meghatározott itemnehézségi értékek jelentik az elemzések alapját.

Az utolsó fejezet az eredmények közlésével, azok értelmezésével, illetve ezen információk és a gyakorlati tapasztalatok felhasználásával javaslatok megfogalmazásával foglalkozik. Az eredmények alapján az értekezés a számítógép alapú teszteket összességében legalább annyira megbízhatónak ítéli, mint a papír alapú társait. Azonos itemreprezentáció, illetve változatos feladatformák alkalmazásával biztosítható a papír és számítógép alapú teszteredmények számszerű felcserélhetősége. A kutatás eredményei szerint a kisiskolás diákok körében alkalmazott tesztek külön figyelmet igényelhetnek a technológiai jártasság és az átállás jelen fázisában.

1. TECHNOLÓGIA ALAPÚ TESZTELÉS

1.1. A technológiai alapú tesztelés típusai

A különböző infokommunikációs technológiákkal végzett tesztelésnek számtalan megvalósulási formája létezik attól függően, hogy a felmérés folyamatának melyik állapotában, szintjén alkalmazzák, illetve az érintettek közül kik és mire használják az adott IKT eszközt (Molnár, 2010). A következő alfejezetben a technológia alapú tesztelésnek azon deskriptorai kerülnek bemutatásra, amelyek a médiumtípus sajátosságai mentén állítanak fel kategóriákat, és papír alapon nem értelmezhetők. Az adott rész segít elhelyezni, hogy a későbbiekben bemutatott kutatás a technológia alapú mérés melyik osztályába tartozik, milyen profillal, paraméterekkel bír.

1.1.1. A közvetítő eszköz típusa és a közvetítés módja szerinti osztályozás

Napjainkban a tradicionális papír-ceruza (*paper and pencil – PP*) adatgyűjtési technikával zajló tesztelésnél is meghatározó eszköz a számítógép. A feladatírók számítógépen szerkesztik meg az itemeket, majd állítják össze a végleges formátumú tesztet, amit nyomtatóval nyomtatnak ki. A válaszokat azután számítógépen rögzítik, adott esetben scanner és különböző számítógépes programok segítségével kiértékelik, majd elemzik az adatokat. Az eredményekből készült jelentéseket szintén IKT eszközök segítségével publikálják és juttatják el az érdekelteknek (1. ábra). Azonban az ilyen tesztelési formát nem tekintjük technológia vagy számítógép alapúnak, hanem a számítógéppel segített tesztelés (*Computer-Assisted Assessment* vagy *Computer-Aided Assessment – CAA*, illetve *Computer-Mediated Assessment – CMA*) kifejezéssel hivatkozunk rá (Molnár, 2010).



1. ábra

Példa számítógéppel segített értékelésre
(Forrás: www.omrsheetchecker.com)

Számítógéppel segített tesztelésre hazai példát az Országos kompetencia mérések adnak, amelyeknél a papír alapú tesztre adott tanulói válaszokat a mérőbiztosok számítógépen rögzítik, amelyet gépesített kiértékelés követ.

Technológia alapú tesztelésről (*Technology-Based Assessments – TBA*) akkor beszélünk, ha az adatok kiközzvetítése és az adatfelvétel is technológia alapon történt. Ezek külön-külön önmagukban is előfordulhatnak, ezért fontos az együttes megfogalmazás. Például az adatközzvetítés technológia alapú, ha digitális audio fájlokat osztunk meg vizsgázókkal idegen nyelvi mérések során, de a válaszok rögzítése papíron történik, vagy fordítva, a diákok beszédképességének mérésekor technológia segítségével – diktafonnal vagy videokamerával – valósul meg az adatok rögzítése, de a teszt közzvetítése nem kötődik IKT eszközhöz (*Bennett, Goodman, Hessinger, Kahn, Ligget és Marshall, 1999*).

A technológia alapú tesztelés leggyakoribb formája a számítógép segítségével valósul meg, ekkor számítógép alapú tesztelésről beszélünk (*Computer Based Assessment – CBA* vagy *Computer Based Testing – CBT*). Ekkor az értékelés során alkalmazott teszt a számítógép monitorán jelenik meg (*on-screen presentation*), majd a tesztelt személy a számítógép input perifériáinak segítségével (billentyűzet, egér stb.) adja meg válaszát, amit a számítógép valamilyen módon eltárol. A 'technológia alapú' bővebb halmaz megkülönböztetése azért szükséges, mert az adatok közzvetítésére és rögzítésére, olyan IKT eszközök is alkalmasak lehetnek, mint például a tablet, PDA, okostelefon, szavazórendszer stb. (1. táblázat; *Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008*). Ezek mérés-értékelésben történő alkalmazására egyre gyakoribb, a jelenlegi tendenciákat elemezve (pl. Horizon jelentés *Johnson, Adams és Cummins, 2012*) könnyen elképzelhető, hogy a jövőben az okoskészülékek lesznek a mérés leggyakoribb médiumai.

1. táblázat. A technológia alapú tesztelés típusainak kategorizálási lehetőségei

Közzvetítő IKT eszköz típusa szerint	Adatközzvetítő és -rögzítő technológia szerint	A technológia adta lehetőségek kihasználása szerint	
		0. (1.) szint papír alapú tesztek digitalizált változatai	> (1.) 2. szint csak technológia alapon létező tesztelés
- szavazóeszköz - tablet - okostelefon - PDA - számítógép - ...	- helyi szerver alapú - internet alapú - külső adathordozó (CD, pendrive) segítségével - mérési intézet által biztosított IKT eszközökkel	A technológia csak az adatközzvetítés, adatgyűjtés szintjén jelenik meg.	Az adatáramlás biztosításán túl, a tesztelési folyamat különböző stádiumában megjelenő IKT használat (2. ábra).

Egy következő csoportosítási lehetőség a mérés közvetítési és adatrögzítési technológiájával kapcsolatos, amelyre angolul „*delivery methods*” kifejezéssel hivatkoznak (1. táblázat). A különböző technológiai megoldásokat meghatározza a mérés tétje, így különböző funkciójú adatgyűjtés más-más közvetítési és rögzítési megvalósulásokat igényel (Csapó és mtsai, 2012).

A teszt közvetítése történhet hálózat (helyi hálózat, internet) segítségével, vagy ennek hiányában a tesztelést végző programot minden egyes munkaállomásra installálni kell, vagy hordozható adattárolóról futtatni. A következőkben ezen altípusok jellemezőit tárgyalom.

A hálózat alapú tesztelés (*Network-Based Assessment – NBA*) során a teszt, a feladatok, a tesztelést végző és az adatokat rögzítő program egy adott hálózaton belül érhető el. Ez lehet az iskola vagy a vizsgaközpont helyi hálózata (*Local Area Network – LAN*), vagy maga a világháló a World Wide Web (Jurecka és Hartig, 2007).

A helyi hálózat adatbiztonsága és sávszélessége lehetővé teszi a téttel rendelkező (*high stakes*) tesztelési folyamatok lebonyolítását is. Helyi hálózatok esetén az információáramlás sebessége nem függ külső tényezőktől (pl. internetszolgáltatót egyszerre igénybevevők száma), így nagyméretű multimédiás információk egyidejű és gyors eljuttatására is alkalmas lehet (R. Tóth és mtsai, 2011). Adatbiztonsági szempontból a külső támadásoktól jobban védett, mivel zárt rendszert alkot. A vizsgaközpontokban és az iskolákban alkalmazott helyi hálózaton alapuló tesztelés közötti különbséget technológiai megbízhatóság szempontjából az jelenti, hogy a különböző iskolákban kevésbé biztosítható a felhasznált IKT eszközök (hardver és szoftver konfigurációk) azonossága, a minden tesztelőre vonatkozó egységes standard paraméterek biztosítása.

A web alapú, vagy népszerűbb nevén az online tesztelés, ma a technológia alapú adatgyűjtés legelterjedtebb formája. A tesztek kiközvetítéséhez internetkapcsolatra és egy kliens programra, tipikusan egy internetböngészőre van szükség. A megoldó adott webhelyre kapcsolódva jellemzően egy azonosítási folyamat után aktiválja a tesztelő szoftvert, amely egy központi szerver segítségével közvetíti az itemeket, és tárolja el az azokra adott válaszokat. Az online tesztelés a könnyen kezelhető megoldások közé tartozik, mivel általában nem igényel szoftvertelepítést, frissítést; nincs speciális gépigénye, alkalmazható különböző operációs rendszereken és géptípusokon (számítógép, okoskészülékek stb.), és ezáltal (is) kevésbé jellemzi a helyhez kötöttség. Problémát jelenthet azonban a felhasználó és a szerver közötti adatforgalom sebessége, amely időben változó is lehet. Magas felhasználószám, illetve nagy mennyiségű adat közvetítése esetén komoly szerverteljesítmény és magas minőségű adatközvetítési infrastruktúra (pl. optikai kábel) szükséges. Ezenkívül téttel bíró mérés esetén az online tesztelés, nyílt rendszer lévén ISO szabványoknak maximálisan megfelelő adatbiztonsági megoldásokat igényel (Csapó és mtsai, 2012). Az eredmények összehasonlíthatósága végett alapkövetelmény, hogy a felmért személyek ekvivalensnek tekinthető IKT eszközöket használjanak, a kezelhetetlen médiahatás elkerülése végett. A fentiek következménye, hogy bár az online tesztelés a leggyakrabban alkalmazott mérési technológia, elsősorban a kisebb téttel járó, gyakori, formatív és diagnosztikai célú felmérések megvalósítására használják (R. Tóth és mtsai, 2011). Fontos kitétel azonban, hogy a téttel rendelkező kifejezést hagyományosan azokra az értékelési formák jellemzésére használjuk, amikor az egyén előmenetele szempontjából (érettségi, felvételi, nyelvvizsga stb.) bír téttel a megmérettetés. Emellett vannak olyan tesztek, amelyek az állam, intézmény, tanárok szintjén

bírnak nagy tétellel, de a tesztelt egyén számára alacsonyak a következmények (Csapó és mtsai, 2012), például: PISA, Országos kompetenciamérések. Utóbbi mérések esetén az adatvédelmi kihívások más problémaosztályba tartoznak, mivel a megoldóknak nem állhat érdekében az eredmények meghamisítása.

A teszt közvetítési és adatrögzítési technológiák szerinti kategorizálás egyik alcsoportja esetén a tesztek hordozható adattárolón (CD, DVD, USB pendrive) kerülnek a tesztelt egyénekhez. Ebben az esetben az előírt IKT eszközre való csatlakoztatás után kell az adattárolón lévő tesztelő programot installálni/elindítani. A szoftver a válaszokat az adattárolón rögzíti, amelyeket vissza kell juttatni a mérési intézetnek. Ezen konfiguráció alkalmazásakor, megfelelő IKT eszközparkkal, a kiközvetített adatok mennyisége, az egyidőben tesztelt személyek száma nem befolyásolja a tesztelés sikerességét, mivel az nem függ hálózati paraméterektől. A mérések megfelelő lebonyolítását arra kijelölt személy felügyeli. Ezt a megoldást alkalmazta például a PISA 2006-os természettudományos műveltséget mérő számítógép alapú teszt (OECD, 2010), illetve a PISA 2009-es számítógépes szövegértés vizsgálat (OECD, 2011) is. Ennek a megoldásnak egy másik költségesebb változata, ha magát a mérőeszközöket is kiszállítják, illetve a tesztelés végeztével összegyűjtik. Erre ad példát az OECD *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (továbbiakban: PIAAC) 2011-es mérése, amikor felnőttek problémamegoldó képességét vizsgálták technológiailag gazdag környezetben (OECD, 2012). A megoldás előnye, hogy ebben az esetben minden tesztelt számára azonos, megfelelő technikai feltételek biztosíthatóak.

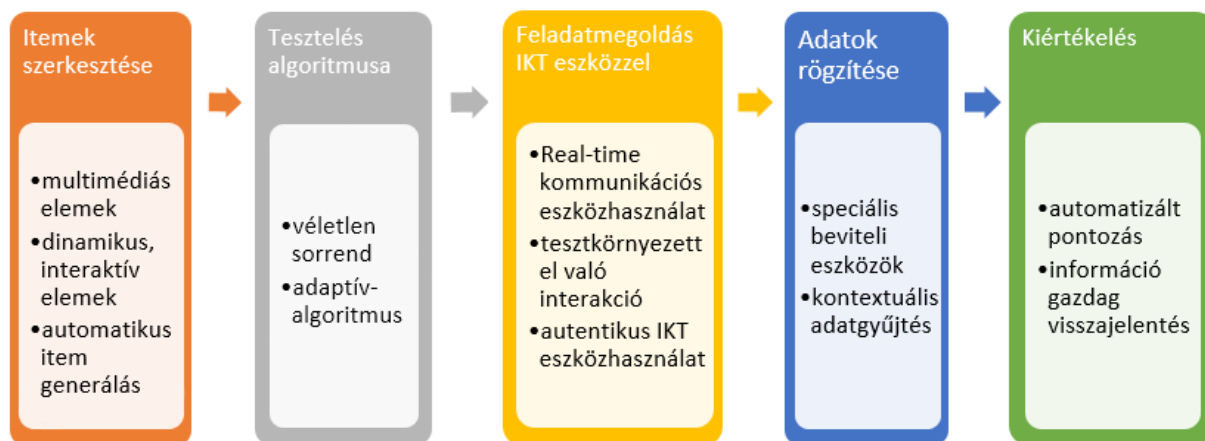
A fenti kifejezéseken (CAA, CMA, TBA, CBA, CBT, NBA, online tesztelés) túl használatos még angolul az 'e-test', 'e-assessment' kifejezések, amelyek magyar megfelelői az elektronikus tesztelés, mérés-értékelés. Ezek a kifejezések általánosak, nem utalnak az adatgyűjtésre használt IKT eszköz típusára vagy a tesztközvetítés és rögzítés módjára, lehetnek technológiával segített és technológia alapú tesztelések és mérés-értékelések is.

1.1.2. A technológia nyújtotta lehetőségek kihasználásnak mértéke szerinti osztályozás

Az IKT eszközök adta lehetőségek technológia alapú mérés-értékelésben való kihasználásának első lépcsőfoka, amikor a papír alapú tesztek digitizálódnak és valamilyen IKT eszköz segítségével közvetítjük ki, majd rögzítjük a válaszokat (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). Ebben az esetben a kiértékelés sem feltétlen gépesített, automatizált. Az elektronikus mérés-értékelés ezen osztályát szokás nulladik (Jurecka és Hartig, 2007) vagy első generációs tesztelésnek (Bennett, 1998) nevezni. Ebben az esetben a mérhető pedagógiai konstrukciók köre is a papír alapú tesztelésével egyezik meg. Azokat a mérési folyamatokat, amelyekben a tesztkészítők kihasználják az infokommunikációs technológiák adta lehetőségeket (1. táblázat), (első) második, harmadik, negyedik generációs tesztelésnek nevezik, de szakirodalmanként eltérő, hogy melyik technológia megoldást, lehetőséget vesz figyelembe, és azt melyik generációba sorolják. Ennek feloldásaként a tesztelési ciklus adott stádiumait megvizsgálva kerül bemutatásra technológiai megközelítésben, hogyan vehetnek részt az IKT eszközök a tesztelésben (2. ábra). (A technológiai integrációból származó előnyöket a következő 1.2 fejezet tárgyalja.)

Ezek a lehetőségek eltérő módon képeznek különbséget a papír alapú teszteléssel, más-más feltételeket támasztanak, tetszőleges számban és kombinációban fordulhatnak elő egy valós tesztelés kapcsán.

A jövőbeni tendenciákról elmondható, hogy az áttéréssel járó természetes következmény, hogy fokozatosan bővítjük ezen változtatásra kerülő elemek körét (Csapó és mtsai, 2009).



2. ábra

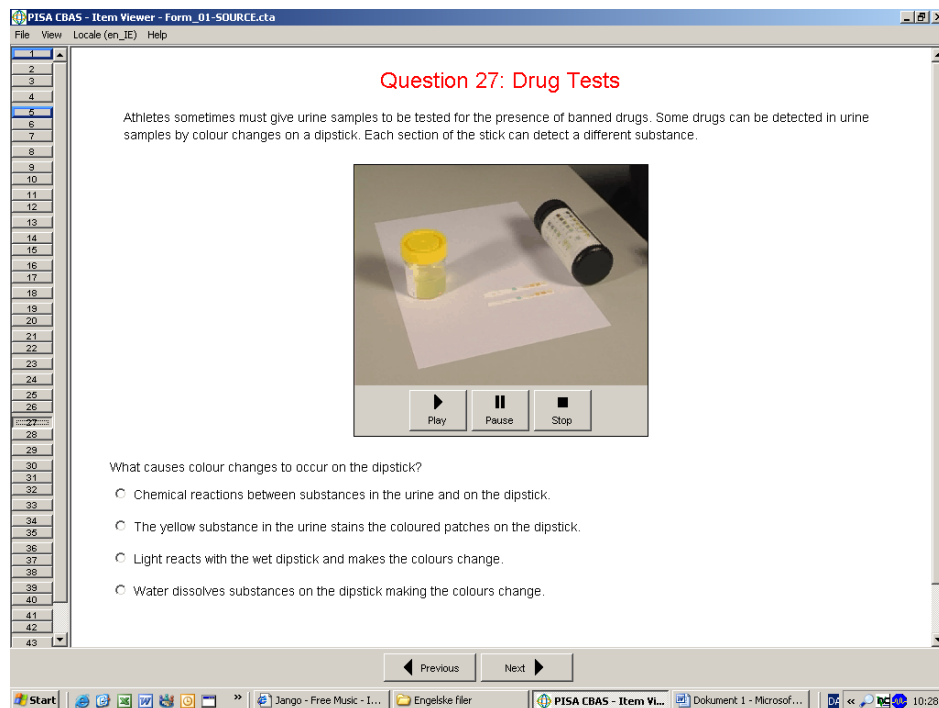
IKT eszközök felhasználási lehetőségei a tesztelési ciklus egyes stádiumaiban

Technológia adta lehetőségek az itemek szerkesztésénél

Az infokommunikációs technológia egyik kézenfekvő kihasználását jelenti, hogy az itemek stimulus részeinél az eddigi szöveges, képi információk mellett megjelenhetnek a multimédiás elemek (audió, videó, animáció) is. Az OECD-PISA 2006-os természettudományi eszköztudás mérő teszt (OECD, 2010) tipikus példája volt a multimédiás információkat alkalmazó mérésnek. A stimulus rész jellemzően szöveges és videó információból állt, amelynek feldolgozása után a diákok egy feleletválasztó kérdést oldottak meg (3. ábra).

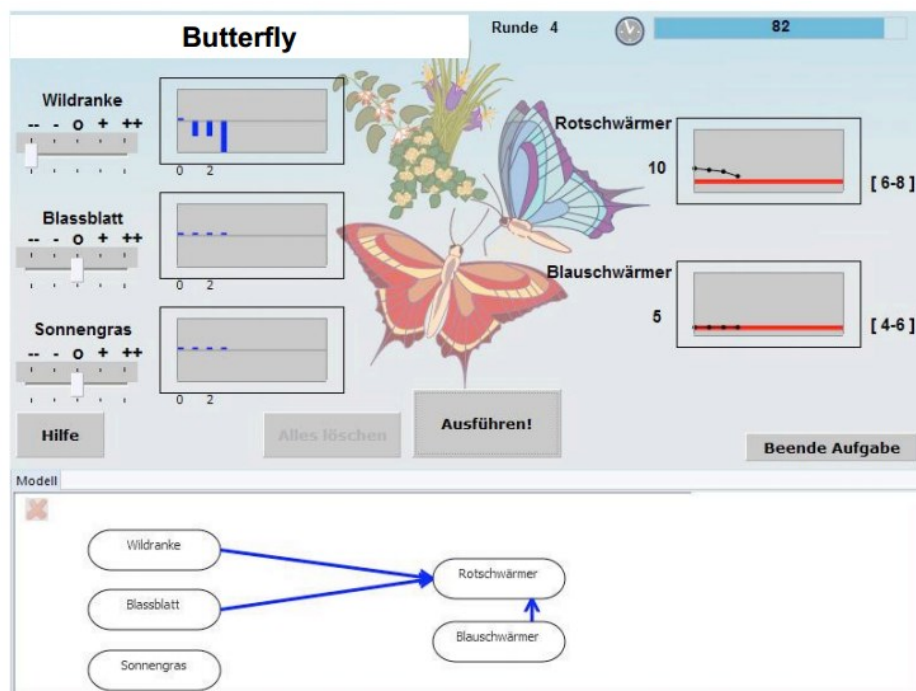
Amíg a multimédiás információk bemutatása nem igényelte feltétlenül a számítógép alkalmazását, az interaktív, dinamikus itemek használata esetén szükséges feltétel. Az interaktivitás megjelenésével eltűnik a papír alapú tesztek statikussága, kialakul a számítógép és a felhasználó közötti kölcsönös adatáramlás. A dinamikus jelző arra utal, hogy a stimulus rész időben nem állandó, hanem megváltozhat. A megoldáshoz szükséges információkat a tesztelő akkor kaphatja meg, ha működteti az interaktív elemet, és figyeli annak megváltozását, reakcióit (Molnár, 2012). A németországi DIPF (Deutsches Institute für Internationale Pädagogische Forschung) munkacsoportja által kidolgozott MicroDYN rendszerben a tanulóknak egy dinamikusan változó környezetben kell megoldaniuk a feladatot (Wüstenberg, Greiff és Funke, 2012). A 4. ábrán bemutatott példaitemen a diákoknak három változó hatását kell figyelniük kétféle lepkepopuláció változására. A paraméterek változtatásával növelik vagy csökkentik a három változó szerepét és megfigyelik, hogyan függnek össze a bemeneti változók a kimeneti változókkal. Az információk kinyerése után a diákoknak modellt kell alkotniuk, ahol grafikusán ábrázolják, hogyan függnek össze az egyes változók. Végül előrejelzést kell adniuk,

azaz egy előre meghatározott értékpárt kell elérniük úgy, hogy alkalmazzák a korábban általuk felállított modellt.



3. ábra

A PISA 2006-os os természettudományos műveltséget mérő számítógép alapú teszt egyik multimédiás elemet (videót) tartalmazó iteme



4. ábra

Példa dinamikus, interaktív itemre a MicroDYN alkalmazásból

Az itemek készítésének egy speciális esete, amikor a számítógép automatikus item előállítását végez. Ez azt jelenti, hogy a tesztrók által előkészített feladat kijelölt paramétereit meghatározott intervallum mentén a számítógép véletlenszerűen állítja elő. Ezt akár úgy is meg lehet valósítani, hogy az egy időben tesztelték, mind más és más változatát kapják az adott itemnek. Ilyen eltérés lehet például, hogy a szöveges feladatokban mindig más-más számértékek szerepelnek (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). Az automatikus itemgenerálás felhasználása a vázoltnál többretegű lehetőségeket is rejt, jelenleg a technológia alapú tesztelés egy dinamikusan fejlődő ága (lásd Gierl és Haladyna, 2013).

Technológia adta lehetőségek a tesztalgoritmus meghatározásában

A tesztalgoritmus kifejezésen az itemek kiválasztásának sorrendjét értjük, ahogyan meghatározásra kerül, hogy az adott itemet melyik követi. Papír alapú tesztelésnél a médium sajátossága a lineáris sorrend, az item elhelyezkedése rögzített formátumú (*Fixed Form – FF*). Technológia alapon azonban el lehet térni ettől a kiválasztási jellemzőtől. A legegyszerűbb megvalósítási forma az, amikor az itemek véletlenszerű sorrendben kerülnek kikövetítésre. Ennek alkalmazása figyelmet kíván azokban az esetekben, amikor számít az item tesztelési pozíciója és környezete. Ennek a problémának egyik megoldása, ha az összetartozó itemekből klasztert képzünk és azok kiválasztását randomizáljuk. A technika automatikus itemgenerálással ötvözve lehetővé teszi, hogy minden megoldó közel azonos nehézségű, de formailag különböző feladatokat kapjon (Tóth és Hódi, 2013).

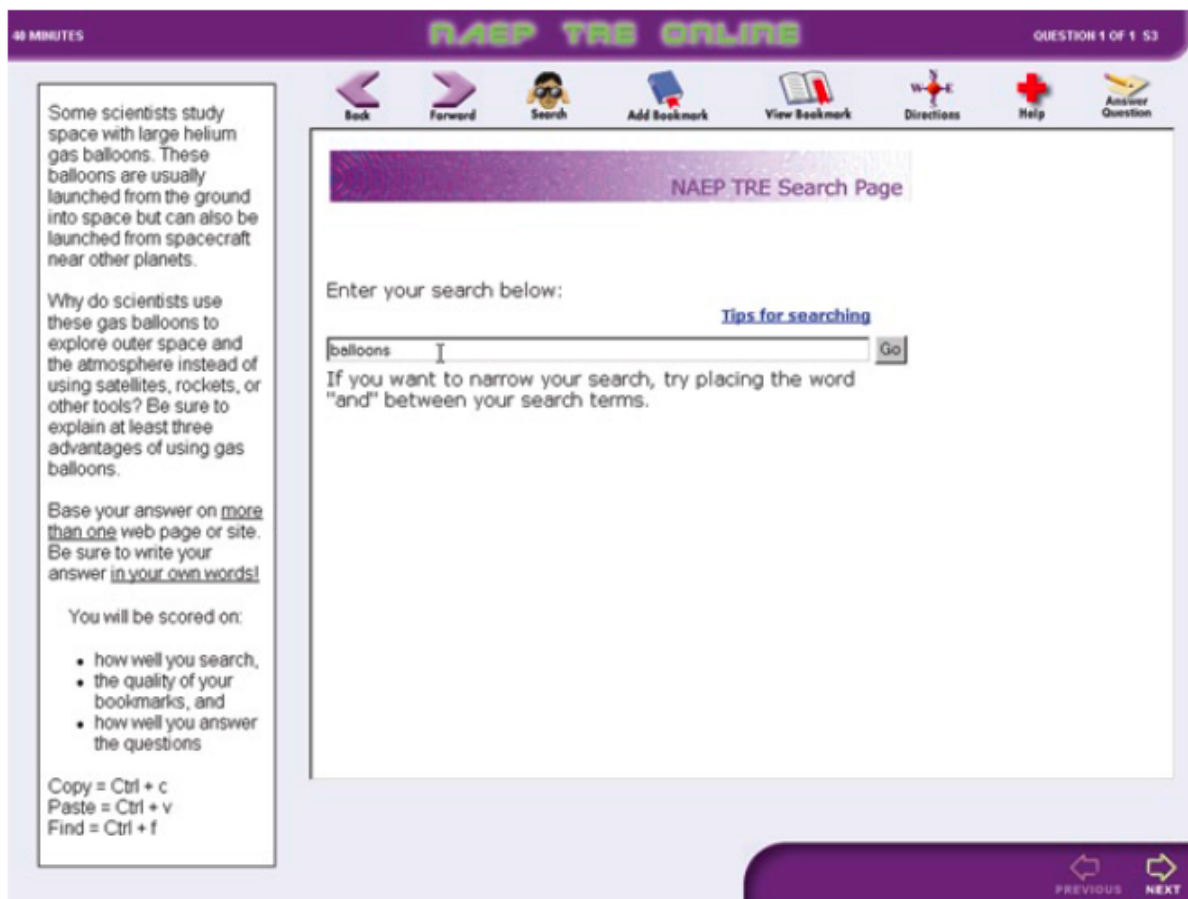
Az adaptív tesztalgoritmus egy olyan kiválasztási szabályrendszert alkot, amely meghatározza az első és – a válaszok sikerességének függvényében – a rákövetkező itemeket, valamint a tesztelés befejezésének kritériumait is. Az eljárás célja, hogy a tesztelték számukra optimális nehézséggel bíró, saját képességszintjüknek legmegfelelőbb feladatokat oldjanak meg. Egyszerűen megfogalmazva, helytelen válaszok esetén könnyebb, helyes válaszok esetén nehezebb kérdéseket kap a megoldó. Az adaptív teszt algoritmusának alkalmazásának szükséges előfeltételei, hogy az itemek nehézsége ismert legyen, és a mérni kívánt konstruktum teljes képességtartománya le legyen fedve kérdésekkel. Ez egy teljes mértékben parametrizált feladatbankkal valósítható meg, amiből az algoritmus a legmegfelelőbb itemet választhatja ki (Magyar és Molnár, 2013).

Technológia adta lehetőségek a feladatmegoldáshoz történő IKT eszközhasználat esetén

A feladatmegoldáshoz történő IKT eszközhasználat azt jelenti, hogy a feladat megoldásához szükséges a teszt közvetítő médiumának autentikus módú felhasználása. Egyértelmű, hogy azokban az esetekben, amikor IKT-val kapcsolatos eszközhasználati tudás vagy technológiai jártasság mérése a cél, akkor a felmérésben használt eszközöket nem csak az adatok közvetítésére és rögzítésére használhatjuk fel (például ECDL vizsga).

A technológia alapú mérés fejlődésének egyik lehetséges útja, hogy a megoldók különböző mobil eszközöket vagy online forrásokat felhasználva oldjanak meg feladatokat, például állítsanak elő különböző elektronikus produktumokat, amelyek az értékelés tárgyát jelentik. A feladatok életszerűek, amelyekben olyan hétköznapi technológiát használnak fel, mint az internet, irodai programcsomagok vagy multimédiás eszközök. Ezek a lehetőségek még nincsenek kiaknázva az értékelés szempontjából, azonban jó gyakorlatokkal már rendelkezünk.

Például az *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority* (továbbiakban: ACARA) hatodik és tizedik évfolyamos ausztrál tanulók IKT műveltség területén nyújtott teljesítményének mérése (Ainley, Fraillon, Gebhardt és Schulz, 2012), vagy a *National Assessment of Educational Progress* (továbbiakban: NAEP) által mért problémamegoldó képesség technológiailag gazdag környezetben (5. ábra).

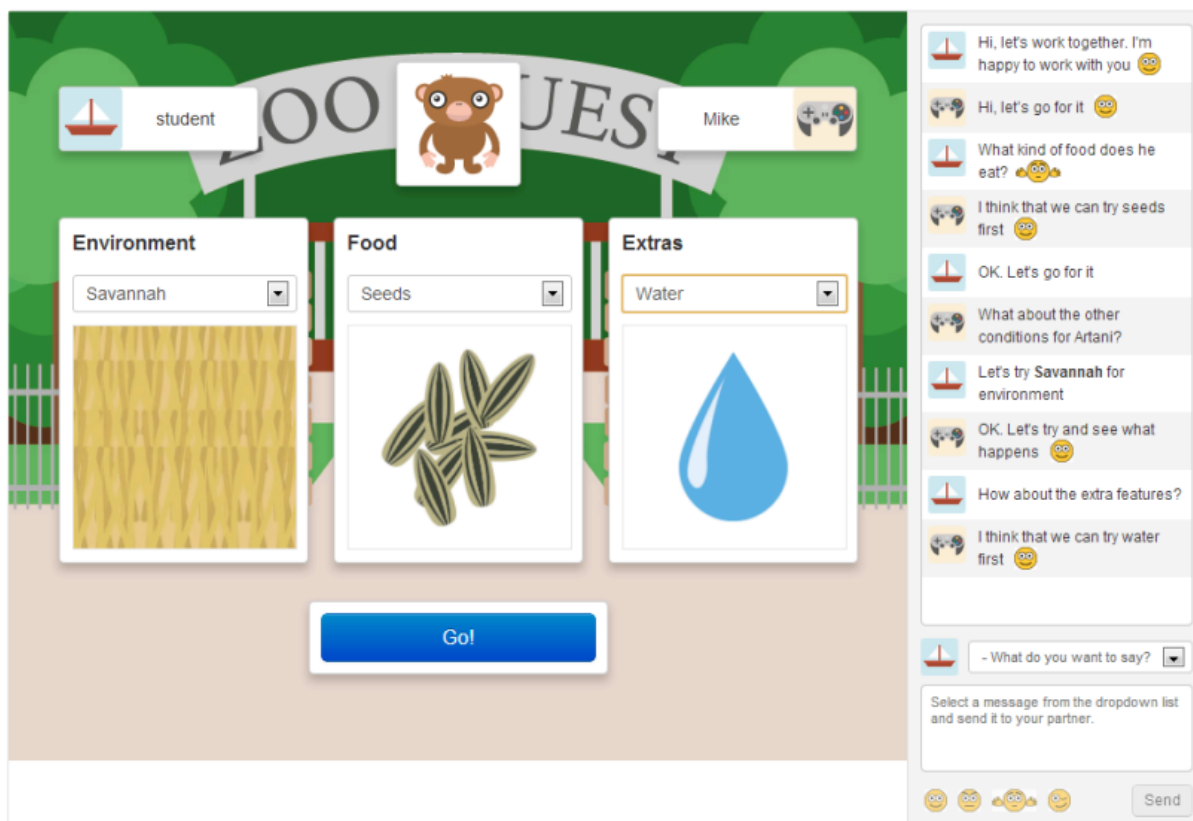


5. ábra

Szimulált internet keresési feladat

(Bennett, Persky, Weiss és Jenkins, 2007 idézi Csapó és mtsai, 2012)

Az IKT eszközök feladatmegoldáshoz történő használatának egy következő lehetséges alkalmazása, amikor másokkal történő kommunikációra használjuk fel a hálózatra kapcsolt elektronikus eszközöket. Ilyen esetekben csoportos értékelés (is) történhet, például kollaboratív problémamegoldás mérése során. A tanulók a rendelkezésükre álló tudáselemeket osztják meg egymással IKT eszközökön történő kommunikáció során, hogy a feladatban szereplő problémát közösen megoldják. Erre mutat példát a *Pearson Educational Measurement* mérési intézet kollaboratív problémamegoldó készség mérésére szánt iteme. A hatodik ábrán láthatjuk, hogy a képernyő jobb oldalán a diákok egymással chatelve jutnak közelebb a feladat megoldásához. A mesterséges intelligencia-kutatásoknak köszönhetően olyan IKT alkalmazások is léteznek manapság, amelyben a diákok már nem egymással, hanem a számítógép szimulált avatarjaival, karakterivel kommunikálnak (Rosen és Tager, 2013).



6. ábra

Példa olyan itemre, amelyet a teszteltek közösen oldanak meg online kommunikáció (chat) segítségével

Technológia adta lehetőségek az adatok rögzítésénél

A technológia változatos lehetőségeket biztosít a válaszok rögzítésére. Számítógépnél a leggyakrabban használt beviteli eszközök az egér és a billentyűzet, az okoskészülékeknél tipikusan az érintőképernyő alkalmazása terjedt el; szavazóeszköznél, PDA-nál kisméretű billentyűket, gombokat használunk. A szöveges, kattintás, *drag and drop* (fogd és vidd) stb. válaszadási lehetőségeken túl, mikrofon és digitális kamera segítségével a választípusok köre is kibővíthető multimédiás adatok rögzítésével. Erre mutat példát a TOEFL (*Test of English as a Foreign Language*) nyelvvizsga internetes változata (*Internet-based Test*), amelyben idegennyelvi beszédképesség mérése válik lehetségessé mikrofon alkalmazásával.

Rendelkezésre állnak olyan speciális input eszközök is, amelyek lehetőséget biztosítanak a fogyatékossgal élők számára is a mérés-értékelésben való részvételre. Az IKT eszközök használata nemcsak a válaszok rögzítésénél, hanem az adatok közvetítésénél is nagy segítséget jelenthet. A látással kapcsolatos problémák kezelésében a beszédszintetizátor programok jelentik az elsődleges megoldást, amelyek az itemek szöveges részeit olvassák fel, de további hasznos eszközt jelentenek a nagyító, kontrasztot-, színeket beállító eszközök stb. is. Hallási problémákkal küzdők esetén a videók feliratozása biztosítja az információk hiánytalan feldolgozását. A szöveges válaszok bevitelének nehézsége esetén pedig számtalan input eszköz áll rendelkezésre: speciális -billentyűzetek, -billentyűkezelő eszközök, -joystick-ok, -egerek, lábegerek, kapcsolók, szívó-fújó irányítóeszközök (Abonyi-Tóth és Mátétki, 2011).

Az explicit válaszok rögzítésén túl további adatokat gyűjthetünk a tesztelés során a tanulók tesztel való interakciójáról. Lehetőség nyílik, hogy mérjük a diákok egyes feladatok megoldásához szükséges idejét, a tesztben való mozgásukat (visszalépések száma), rögzíthetjük az egér mozgását, a gépelés sebességét (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008), webkamerával a szemmozgásukat, de akár mimikai reakcióikat is (Csapó, Lőrincz és Molnár, 2012). Ezeket az információkat a számítógép napló fájlalba ún. logfájlokba tárolja el. Adatbányászati eszközökkel ezek az adatok alkalmasak arra, hogy jobban megértsük a megoldók stratégiáit, gondolkodását, további információk szolgáltatnak a figyelemre, gyorsaságra, olvasási képességre, frusztrációra, a tesztelés menetére stb. vonatkozóan (Pascual-Nieto, Santos, Perez-Marin és Boticario, 2011).

Technológia adta lehetőségek a tesztek kiértékelésénél

A technológia alapú tesztelés során az egyik legnagyobb előnyt az jelenti, hogy a válaszok kijavítása nem igényel humán erőforrást, digitális tesztrendszer segítségével elvégeztethető. A zárt végű kérdések esetén a helyes válaszok megadása egyértelmű, javításuk teljes mértékben automatizálható, a problémát a nyílt végű feladatok jelentik. Az 1-2 karakteres válaszok még könnyen javíthatók, de a rövid válaszok esetén már viszonylag nagyobb elgépelési valószínűséggel kell számolni. A tolerancia szint megválasztásával kijelölhető, hogy a helyes választól hány darab karakter eltérést fogadjon el a program. Az igazi kihívást a hosszabb szövegek, esszék automatizált javítása jelenti. Egyszerűbb, rövidebb angol szövegek esetén vannak felmutatható eredmények (Chen és He, 2013; Magliano és Graesser, 2012), azonban a fejlesztéseket gátolja, hogy ezek az eredmények nem ültethetők át egy az egyben más nyelvekre. (A nyelvi, nyelvtani eltérések miatt például a magyar nyelv esetében az átlagosnál is alacsonyabb szinten). A hosszabb, nagyobb komplexitású szövegek technológia alapú feldolgozása a jövő kutatási feladatai közé tartozik, jelen állapotában még humán erőforrást igényel. Ellenben ezen feladatok végrehajtását is segítheti a számítógép például pontozási kritériumok biztosításával, az értékelők megbízhatóságának elemzésével (Nagy, 2013).

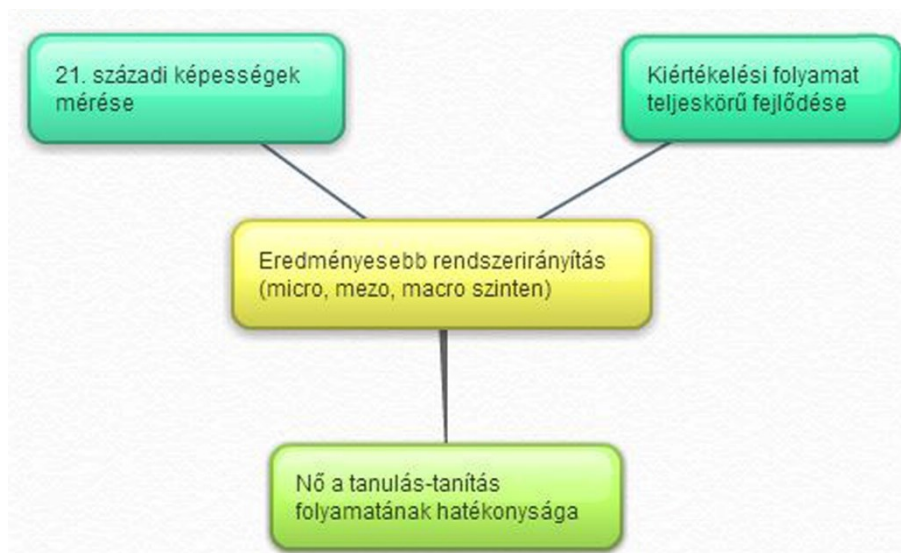
Az azonnal végrehajtható javítások mellett lehetőség nyílik arra, hogy a visszacsatolás szummatív értékelésnél a tesztelést követően, formatív, diagnosztikus értékelésnél akár a kérdést követően megtörténjen. Ez az azonnaliság a tanulókon túl a tanárok, intézményvezetők, oktatási szereplők számára is fennáll. A konkrét eredmények mellett a fenti kontextuális adatgyűjtés, adatbányászati elemzések, korábbi mérések eredményeivel való összevethetőség lehetősége biztosítja, hogy információgazdagabb visszajelentési köröket biztosítson a számítógép.

1.2. A technológia szerepe a tesztelés hatékonyságának növelésében

Az 1.1. fejezetben megismertük, hogy a technológia milyen lehetőségeket biztosít a tesztelésben. Jelen fejezet célja, hogy ezeket a lehetőségeket rendezze, összekapcsolja és megfogalmazza, milyen előnyök származhatnak belőlük. A technológia tesztelés hatékonyságának növelésében betöltött szerepének ismertetésével, tisztázódik, hogy milyen szintű indokok állnak az áttérés hátterében.

A papír alapú tesztelés fejlődési lehetőségei mára kimerültek, a prosperáció elérte korlátait, a hatékonyság növeléséhez, a 21. században jelentkező új mérés-értékelési igények kielégítéséhez szükségszerű következmény az IKT eszközök tesztelésben való alkalmazása (*Hülber és Molnár, 2013*). Az oktatás különböző szintjein megfogalmazódó szükségletek újabb adatfelvételi és elemzési technológiák kifejlesztését kívánják meg. A tesztelés gépesítése nemcsak az eddigi papír alapú gyakorlatot teszi hatékonyabbá, hanem olyan módszereket vezet be, amelyeket tradicionális méréssel nem lehet végrehajtani (*Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008*). A technológia két fő területen tudja fejleszteni a tesztelést, egyrésztől hatékonyabbá teszi az értékelés működését, másrésztől megváltoztatja és kibővíti az értékelés tárgyát (*Bennett, 1998*). A hagyományos papír alapú tesztelésről technológia alapú tesztelésre való átállás előnye és hatékonysága a mérés-értékelés minden egyes szintjén kimutatható (*Csapó és mtsai, 2012*).

A témában tanulmányt írók többsége jellemzően foglalkozik a kérdéssel, különböző csoportosítási módokkal, eltérő hangsúlyokat alkalmazva emelik ki az előnyöket, jellemzően a papír alapú médiummal való összehasonlítás mentén. Ezen a dialektikán túllépve a következőkben az a cél, hogy strukturált formában mutassam be az előnyök rendszerét, feltérképezve, hogy milyen kapcsolatban és kölcsönhatásban állnak egymással az egyes részelemek, együttesen milyen nagyobb volumenű profit származhat belőlük. Minél jobban távolodunk a papír alapú gyakorlattól – azaz a tesztelési folyamat egyre több stádiumában jelennek meg különböző IKT megoldások – annál inkább képes a technológia megváltoztatni a pedagógiai mérés-értékelés egészét. A gyökér csomópontot (7. ábra), a legfontosabb fejlesztési végcél, a tanulás-tanítás folyamatának fejlődése jelenti, amely egyenes ági következménye annak, hogy mikro, mezo és makro szinten is eredményesebb, korszerűbb rendszerirányítás valósítható meg. A korszerű dimenziót azáltal valósítja meg a technológia alapú tesztelés, hogy lehetővé teszi a 21. századi képességek mérését; a minden szintre kiterjedő rendszerirányítás fejlődést pedig úgy, hogy a kiértékelés folyamata mind tanulói (mikro), a tanári, intézményi (mezo) és az oktatásméleti szakemberek, politikai irányítók, kutatók (makro) szintjén is fejlettebb, hatékonyabb. A következő két alfejezet ezen két fő dimenzió mentén mutatja be a technológia által indukált fejlesztési lehetőségeket a tesztelésben.



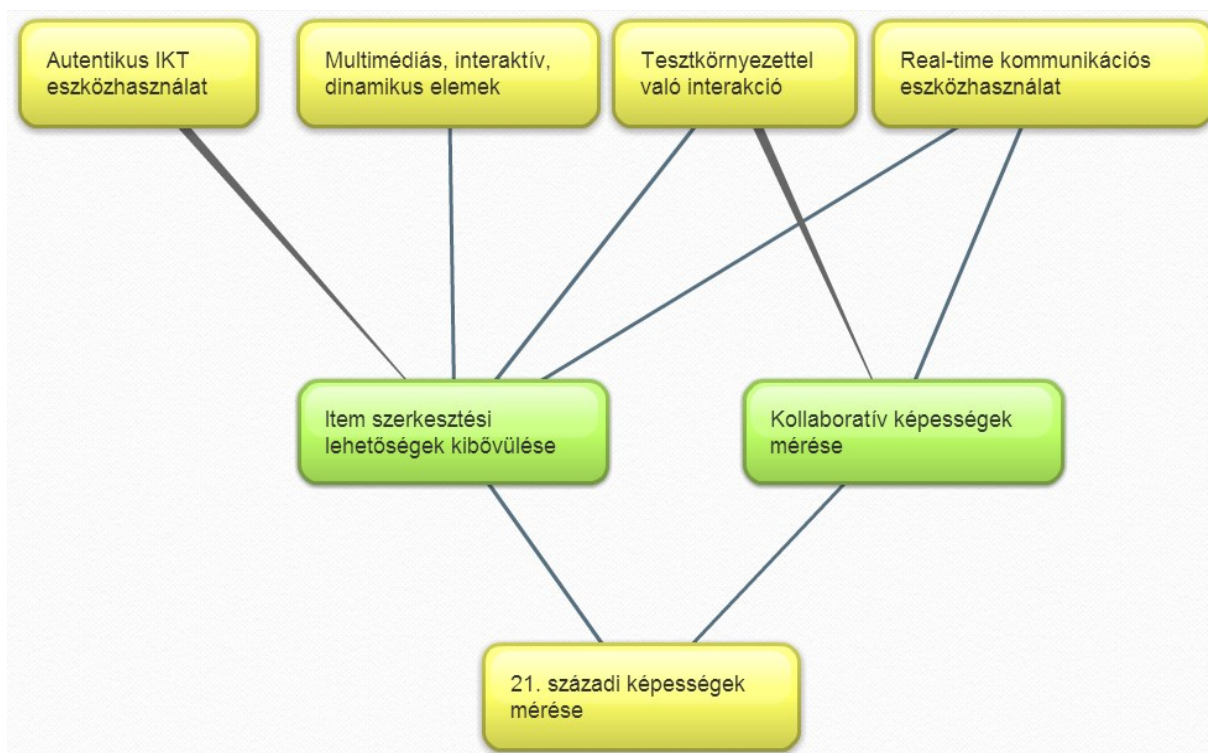
7. ábra

A technológia által elérhető fejlődési lehetőségek végpontjai

1.2.1. 21. századi képességek mérésének megvalósítása

A 21. századra jelentősen megváltozó körülmények következtében számos kezdeményezés foglalkozik a társadalomban nélkülözhetetlen készségek és kompetenciák feltárásával (*Lisbon Council*, 2007; *Trilling és Fadel*, 2009, 2012). A kezdeményezések egy része a tanuláshoz és munkavégzéshez szükséges kompetenciákra fókuszál (*Partnership for 21st Century Skills*, 2008; *UNESCO és Microsoft*, 2011; *Binkley és mtsai*, 2012). A fejlesztendő kompetenciák és azok összetevőinek egy része új és a 21. századra megjelenő technológiai innovációhoz köthető, mint például az IKT műveltség, a média műveltség, technológiai jártasság stb. Ugyanakkor sok olyan terület azonosítható, amelyek korábban is léteztek, de a dinamikusan változó világunkban relevanciájuk megnövekedett: kommunikáció, együttműködés, kreativitás, kritikus gondolkodás, problémamegoldás. Az újabb megközelítések (*Partnership for 21st Century Skills*, 2008) pedig az életvitelhez és a karrierhez szükséges készségeket és kompetenciákat – rugalmasság, alkalmazkodóképesség, kezdeményezőképeség, önszabályozás, produktivitás, vezetés, felelősségvállalás – is kiemelik (*Binkley és mtsai*, 2012). Ezeket a létrejövő, avagy megújuló képességeket, kompetenciákat a szakirodalom „21. századi képességek” vagy „21. századi kompetenciák” elnevezéssel illeti (*Partnership for 21st CenturySkills*, 2009; *R. Tóth és Hódi*, 2013).

Az IKT használata lehetőséget teremt a pedagógiai mérés-értékelés területén, hogy papír alapon részben vagy egyáltalán nem mérhető 21. századi képességeket mérjen. Ez megvalósítható úgy, hogy már létező mérőeszközöket kibővítünk olyan elemekkel, amelyekre eddig papír alapon nem volt lehetőség, vagy új konstruktumok mérését tesszük lehetővé innovatív megoldásokkal. A megvalósítást biztosító infokommunikációs technológiák: multimédiás, interaktív, dinamikus elemek alkalmazása; autentikus IKT alkalmazás; tesztkörnyezettel való interakció és real-time kommunikációs eszközhasználat (8. ábra).



8. ábra

21. századi képességek méréséhez szükséges komponensek struktúrája

Multimédiás elemek alkalmazása a tesztelésben

A multimédiás elemek tesztelésben való használata kiterjed a hagyományos tudáselemek mérésére, például zenei képességek tesztelésére (lásd: *Asztalos és Csapó, 2014*), ugyanakkor felhasználható az új képességek, valamint ismeretek életszerű helyzetekben való alkalmazásának, például természettudományos eszköztudás technológiailag gazdag környezetben való (lásd: *OECD, 2010*) értékelésére is. Mind a papír, mind a technológia alapú tesztek esetében a konstruktumok kiértékelése leggyakrabban szöveges információk alapján történik. Azért értékelünk így, mert az olvasás a kulcs az iskolai, a legtöbb munkahelyi és a mindennapi élet sikereihez. Azonban az elektronikus média fontossága mára vetekszik a szöveges információk szerepével. Következésképpen, egyre inkább elvárjuk, hogy a diákok képesek legyenek feldolgozni a különböző elektronikus forrásokból származó multimédiás információkat. Ezt az elvárást figyelembe véve nem csak a szöveges információk feldolgozásának eredményességét, de a filmekből, rádióból, televízióból és a számítógépekből származó információkét is fel kell tudnunk becsülni (*Bennett, 1998*). A multimédiás elemek alkalmazásának további lehetősége, amikor a feldolgozás szintjénél magasabb absztrahálási szintet mérünk vagy olyan konstruktumot, amely médiaműveltséghez nem is feltétlenül kötődik. Például az előbb említett zenei képességek mérésekor az itemek legadekvátabb stimulusai az audio információk (9. ábra).



9. ábra

*Zenei képességek mérése audio információt tartalmazó itemmel
(Asztalos és Csapó, 2014)*

Autentikus IKT eszközhasználat

Azáltal, hogy a pedagógiai értékelés technológia segítségével történik, lehetőség nyílik arra, hogy az IKT eszközök az adatok kiközvetítésén, rögzítésén túl a feladatmegoldásban is szerepet töltsenek be. Ez azért fontos lehetőség, mert a 21. századi képességek egy jelentős része, részterülete szervesen kapcsolódik a technológia használathoz. Aszerint, hogy ez milyen mértékben kerül kihasználásra, avagy mennyiben befolyásolja a mérés tartalmi keretét, Csapó és mtsai (2012) öt alapesetet különböztet meg:

1. Egy adott mérési területen belül egy speciális feladathoz, például matematikában grafikai programok, táblázat kezelő alkalmazások.
2. Olyan területen, amelyek papír és technológia alapon is léteznek, eltérő karakterisztikával és azokhoz tartozóan egyéni preferenciákkal, ilyen például a fogalmazás, amelyet mindkét médiumon lehet végezni.
3. Az adott terület középpontjában a technológia áll, amely nélkül értelmezhetetlen volna, például programozás.
4. A technológia használata nem elsődleges, de egy adott feladat elvégzését hatékonyabbá teszi. Például különböző szimuláció és modellező eszközök.
5. Technológia támogatja együttműködésen, közös tudásépítésen alapul.

Az IKT műveltség (Ainley és mtsai, 2012) és annak részkomponensei például a technológiai jártasság vagy az internethasználati ismeretek feltérképezése: fájlkeresés, e-mail küldés, e-mail rendszerezés, kulcsszavas keresés stb. autentikus felmérése akkor lehetséges, ha olyan feladatok állnak rendelkezésre, amelyeknél ezeket az eszközöket fel is lehet használni (Lennon, Kirsch, Von Davier, Wagner és Yamamoto, 2003). Így az értékelés jobban reflektál a kitűzött területekre és több autentikus feladatot tartalmaz (Pellegrino, Chudowosky és Glaser, 2004). A valós kontextuson van a hangsúly, például a PISA2012-ben végzett matematika mérése során is, az alkalmazott matematikai műveltség definíciójában a különböző IKT eszközök használata is szerepelt. Ezek olyan tárgyi és elektronikus eszközök, mint a vonalzó, a számológép, a táblázatkezelő, az online pénzváltó-kalkulátorok és a speciális matematikai szoftverek, amelyek mindenütt jelen vannak egy 21. századi munkahelyen (Balázs, Ostorics, Szalay, Szepesi és Vadász, 2013).

Van olyan IKT alkalmazás, amely csak szimulált környezetet biztosít, és nem áll egy teljes verziójú szoftveralkalmazás a háttérben. De az ellenkezőjére is van példa, amikor a tesztelték több elektronikus eszközt is teljes körűen bevonhatnak: különböző szoftvereket alkalmaznak, szkennelnek, fényképeznek, okostelefont használnak, interneten gyűjtenek információt, kommunikálnak stb. és végül egy elektromos produktumot adnak be értékelésre. Az ilyen jellegű IKT felhasználáshoz kapcsolódik, hogy a feladatok is kötetlenebbek lehetnek és a való élet kihívásaihoz, problémáihoz kapcsolódó autentikus itemek jelenhetnek meg. Például az OECD felnőtt kompetenciák nemzetközi mérési programja (PIAAC) a 2011-es „Problémamegoldás technológiailag gazdag környezetben” című mérése során, információs-kommunikációs technológiák használatához kapcsolódó problémamegoldást vizsgált (OECD, 2012; 10. ábra).

Education & Skills Online

Unit 1 - Question 1/1


Look at the shoe sale advertisement. Using the number keys, type your answer to the question below.

How much would you pay during the sale if you purchase the two pairs of shoes shown?


\$

Running Shoes

SALE! Buy one pair - get the second (of equal or lesser value) for half price!



\$29.50

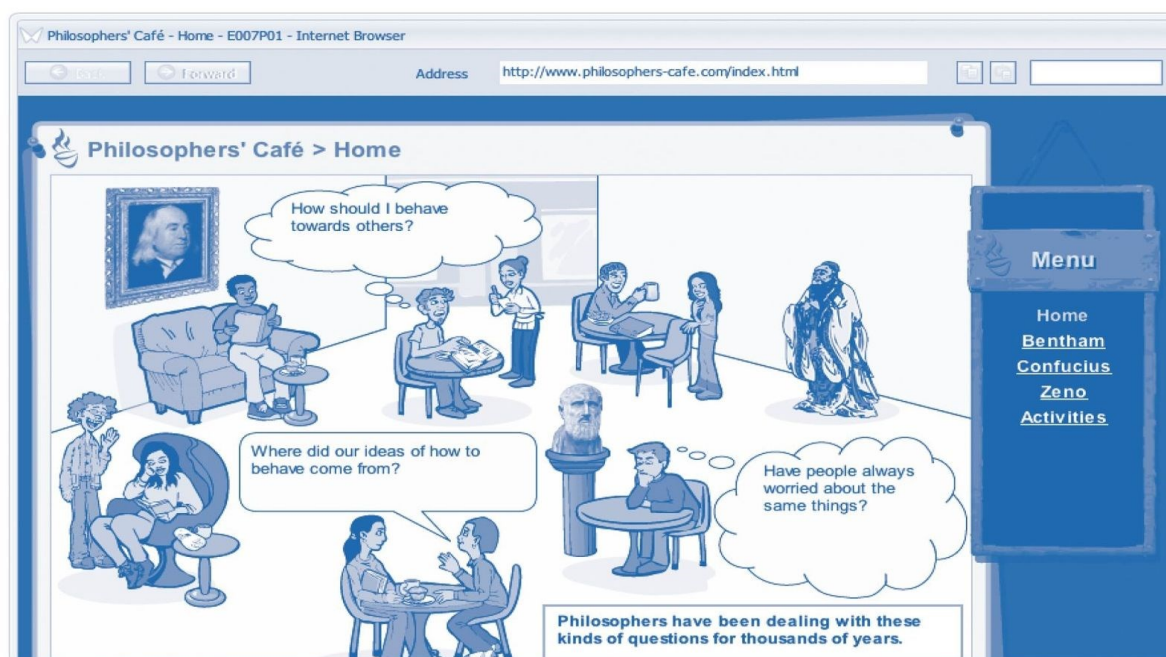


\$34.20

10. ábra

Autentikus probléma – szimulált, technológiailag gazdag környezetben (OECD, 2012)

A digitális olvasás-szövegértést is az autentikus IKT használathoz sorolhatjuk, mivel ezen képesség csak IKT eszközök segítségével mérhető. A digitális olvasás vizsgálatok az olvasás-szövegértés képessége mellett a tanulónak képesnek kell lennie a hiperlinkek használatára és tudnia kell alkalmazni a különböző navigációs eszközöket (R. Tóth és Hódi, 2011). Példát a PISA 2009-ben végzett elektronikus szövegolvasás és értés-vizsgálata ad (*Electronic Reading Assessment*). A digitális szövegek szimulált webes környezetben jelentek meg, amelyek között diákoknak hiperlinkek segítségével kellett navigálniuk (Mendelovits, Lumley és Searle, 2009).

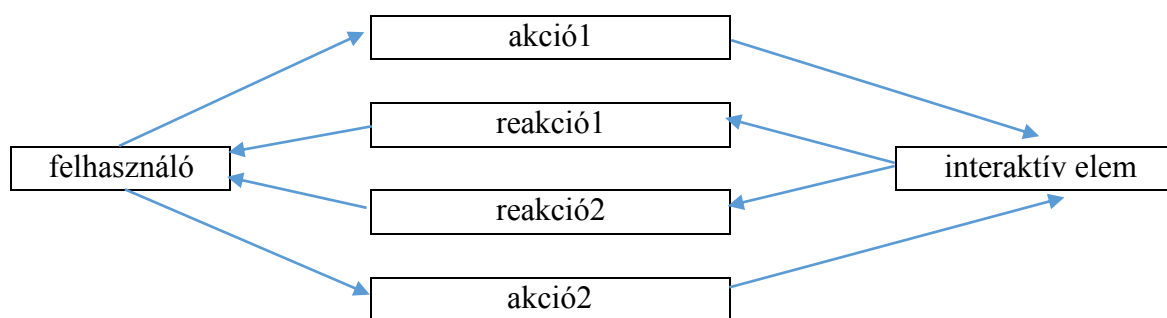


11. ábra

Digitális olvasás-szövegértés példafeladat (OECD, 2011)

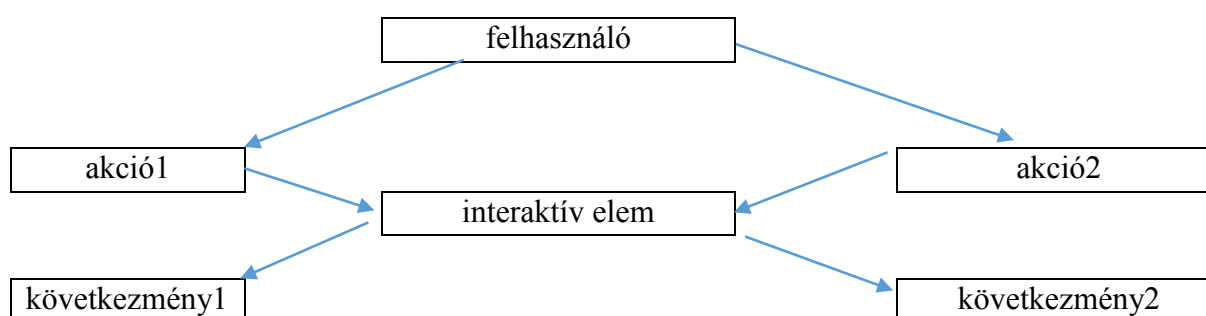
Interaktivitás

A digitális tartalmak más médiumon nem létező sajátos információ típusát az interaktív elemek jelentik. Ezek az elemek a tesztelő beavatkozásainak függvényében változnak, érzékletesen képesek bemutatni egy összetettebb jelenséget, a valóság folyamatait virtuális térben modellek, szimulációk révén. Az interaktivitás egy eseménysorozat irányításában való beavatkozás lehetőségére utal, amelyben jellemzően multimédiás elemekhez jut a felhasználó. Az interaktív elemek kimeneti eredményei (értékelés, esemény, változás) a tesztelő tevékenységének függvényében több különböző alternatíva közül választódnak ki (12. ábra, 13. ábra).



12. ábra

Interaktív tartalmak folyamatábrája I (Forrás: Kőfalvi, 2006)



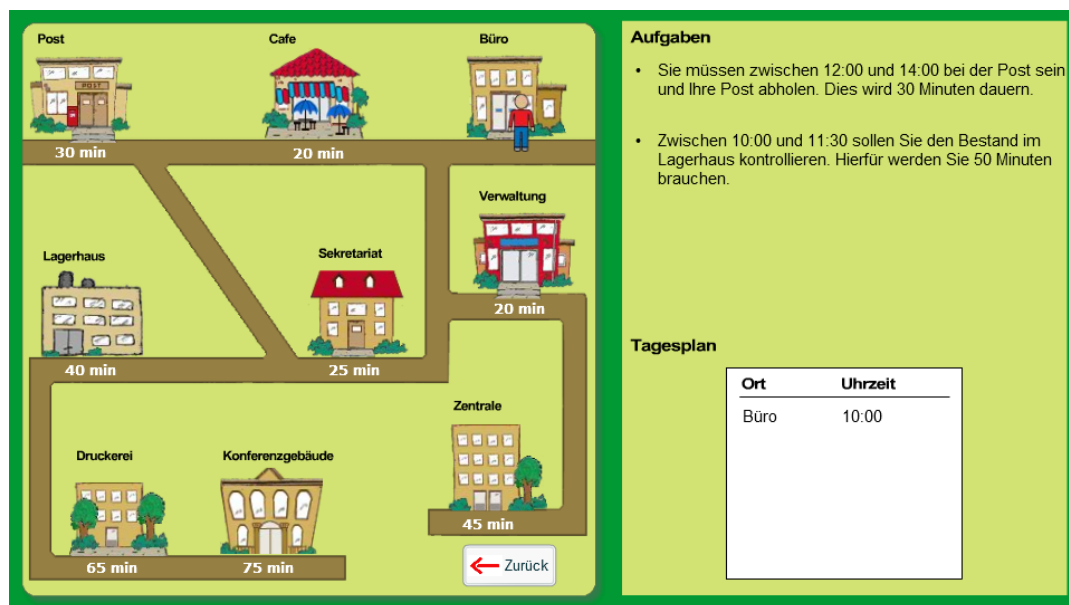
13. ábra

Interaktív tartalmak folyamatábrája II (Forrás: Kőfalvi, 2006)

Az interaktív elemek olyan speciális stimulust jelentenek, amelyek feldolgozásához, működtetéséhez alapszintű IKT műveltség (21. századi képesség) szükséges. Egy a felhasználó által dinamikusan változó tesztkörnyezet pedig lehetőséget biztosít olyan komplex konstruktumok mérésére, mint a problémamegoldó képesség. A problémamegoldó képességet a tanulás egyik alapvető fontosságú képességének tartják, a 21. század kulcsfontosságú képességei közé sorolták, és a mérési intézetek érdeklődésének középpontjában áll (Molnár, 2012). Az adott terület mérésekor egy problémát, illetve egy célállapotot kap a megoldó, amelyhez vezető út ismeretlen. A köztes állapotok elérésével juthat a tesztelt a megoldáshoz. Technológiailag az ilyen köztes állapotok reprezentálására alkalmasak például az interaktivitást biztosító elemek (14. ábra).

A tesztkörnyezettel való interakciónak egy speciális esete, amikor a számítógép és a felhasználó közötti adatáramlás az emberek közötti kommunikációt igyekszik megvalósítani. A mesterséges intelligencia kutatások révén a számítógép olyan reakciókra képes szöveges üzenetek formájában, mintha azt egy létező személy írta. A jelenlegi állapotában bonyolult szövegek értelmezésére és azzal összetettségben megegyező válaszok adására nem képesek az algoritmusok, de kevésbé összetett információk feldolgozására és biztosítására igen, így például 14 évesek körében már eredményesen alkalmazták kollaboratív problémamegoldó képesség vizsgálatára (Rosen és Tager, 2013). Ebben az esetben az előbbieken rögzített problémamegoldó képesség definíciója azzal egészül ki, hogy a célállapot eléréséhez a megoldóknak szorosan együtt kell működniük, közös munkával kell eljutni a probléma megoldásához. Így olyan részképességek mérése valósítható meg, mint például csoportgondolkodás, a hatékony csoport- és egyéni szintű interakció megteremtéséhez szükséges kommunikációs készségek (Molnár, 2012).

A kollaboratív problémamegoldó képesség mérésének másik lehetséges változatában a tesztelték kis csoportokban egymással működnek együtt, gépi avatarok nélkül. Az együttműködés technológiailag gazdag környezetben úgy valósul meg, hogy a tesztelték elektronikusan kommunikálnak egymással, a real-time kommunikációt megvalósító eszközök közül erre legalkalmasabb chat program segítségével (*Pásztor-Kovács, 2015*). A számítógép ezt a kommunikációs formát szimulálja egy intelligens ágens segítségével (6. ábra). A 2015-ös OECD PISA mérés is ilyen formában lesz megvalósítva: a tanulók különböző profillal rendelkező szimulált számítógépes résztvevőkkel kollaborálnak a feladatok megoldásához (*OECD, 2013*).



14. ábra
Plan-a-Day problémamegoldó feladat (DIPF)

Következésként megfogalmazhatjuk, hogy a bemutatott lehetőségek a 21. századi információ típusok és infó-kommunikációs eszközök biztosításával valósítják meg a mérőeszköz kibővítését. Az itemszerkesztésben kiterjesztik a lehetőségeket és olyan új itemtípusok jöhetnek létre, amelyek lehetővé teszik a korábban nem mérhető 21. századi képességek mérését (*Strain-Seymour, Way és Dolan, 2009; Pachler, Daly, Mor és Mellar, 2010*). Ezek a mérési területek ugyanis interaktív, illetve dinamikusan változó környezetben integrált infó-kommunikációs eszközökkel mérhetőek a leghatékonyabban és a leginkább objektíven.

1.2.2. Kiértékelési folyamat teljes körű fejlődése

A kiértékelési folyamat teljes körű fejlődése több komponenst tartalmaz és bonyolultabb összefüggések, kapcsolatok jellemzik, mint az előző fejezetben vázoltakat. A legtöbb komponens hatékonyságnövelő ereje kimutatható a korábban papír alapon létező teszteknel is, nem elsősorban az új konstruktumok mérését teszik lehetővé, hanem általánosságban a mérés tartalmától függetlenül fejlesztik a kiértékelés teljes folyamatát. A fejlesztéshez hozzájáruló főbb komponensek: több és a papír alapúnál pontosabb mérések valósíthatók meg; a személyre szabott tesztelés hatékonyan és univerzálisan alkalmazható, valamint a visszajelentések is információgazdagabbak lehetnek a korábbi módszereknél (1. melléklet).

Technológia alapon emelhető a mérések száma

A visszajelzések segítségével a nevelés és az oktatás minden szintjén lehetőség nyílik az eredményesség alapján történő befolyásolásra, szabályozásra (Báthory, 1992). Függetlenül az értékelés céljaitól, minden szinten növelhető a hatékonyság, ha a tesztszerkesztés, tesztközvetítés, javítás, kiértékelés és visszajelentés nagyobb költség- és időhatékonysággal valósul meg. Ugyanis ebben az esetben ugyanakkora energia ráfordítás mellett több mérés valósítható meg (Bennett, 2011), több információ áll rendelkezésre az eredményesebb rendszerirányításhoz.

A gazdaságosság az egyik legtöbbet említett előny a technológia alapú mérésre való áttéréskor. Az intenzív oktatási és pszichometriai kérdések vitái mellett az értékelési szakértők és politikai döntéshozók legtöbbször a pénzkérdést említik: Mennyibe kerül az áttérés? Hogyan lehetne az ilyen költségeket kezelni? Az átállás valóban csökkenti-e a költségeket? Bár a kezdeti időszakban több szerző is megkérdőjelezte a technológia alapú mérés gazdaságosságát, mára számtalan tanulmánnyal rendelkezünk, amely vitathatatlan bizonyítékokat és következtetéseket tartalmaz a témában (Farcot és Latour, 2009; Bennett, 2003; Choi és Tinkler, 2002; Peak, 2005; Rose, Hess, Hörhold, Brähler és Klapp, 1999; Wise és Plake, 1990).

A technológia alapú tesztelés kezdeti befektetései magasabbak, de még ebben az áttérés korai szakaszában is számos költségelőnnnyel rendelkezik a papír alapú megközelítéshez képest. Az elektronikus kiértékelés nem igényli a tesztlapok nyomtatását, fénymásolását, csomagolását, szállítását stb. A tesztek kiértékelésére az automatizált javítási lehetőséget megvalósító és emberi javítást igénylő feladatok arányának függvényében kell javítókat alkalmazni. Az eredményeket nem kell külön rögzíteni, és az alapvető statisztikai számítások is azonnal rendelkezésre állhatnak. Számítógépes teszteléssel a dokumentációs költségek akár 2/3-át meg lehet takarítani (Rose és mtsai, 1999).

A befektetés oldaláról megvizsgálva a technológia alapú tesztelésnél a tesztelést megvalósító hardver és az azon futó szoftver biztosítása jelent kiadásokat. Vizsgaközpontok esetén, azok elektronikus eszközökkel történő felszerelése, megfelelő infrastruktúra biztosítása és mindezek karbantartása jelenti. Az iskolákban a már meglévő gépek kihasználása jelenti a helyzet költséghatékony, de nem egységesen azonos lehetőségeket nyújtó megoldását. Az 1.1.1 fejezetben leírtakra visszautalva az első eset költséges, de azonos és jól kontrollálható tesztelési feltételeket teremt, míg a második eset jóval költségkímélőbb megoldás, de megbízhatósági kérdéseket vet fel, és tétlen bírós tesztelésre kevésbé alkalmas. Amennyiben Magyarországra

vonatkoztatva vizsgáljuk meg az infrastruktúrális helyzetet, akkor azt látjuk, hogy széles spektrumon mozog mind az egy számítógépre jutó tanulók száma, mind a számítógépek elavultsági szintje (Tóth, Molnár és Csapó, 2011; Hunya, 2013; Molnár és Pásztor-Kovács, 2015). Így az átállás, az elektronikus tesztelés bevezetésének infrastruktúrális realitása is diverz helyzetet teremt. Az eddigi tapasztalatok alapján az elektronikus tesztelés iskolai infrastruktúrára alapozódik, és diagnosztikus célokat valósít meg. A jövőre vonatkozóan reményt jelentenek az Európai Unió által előírt digitális fejlesztési kötelezettségek (*Digitális menetrend*, 2010).

A másik jelentős beruházási forrást a technológia alapú tesztelés előnyeit kihasználó itemek előállítása jelenti. Multimédiás anyagok előállítása az interaktív, dinamikus tesztkörnyezet megvalósítása komoly és költséges szaktudást igénylő feladatok. Azonban ezek karbantartása, újrafelhasználása már kevésbé költséges. Az itemek előállítását, teszt szerkesztését és a tesztelést megvalósító szoftver sok esetben egy programcsomagot alkot – például a TAO (*Testing Assisté Ordinatour*) – de ezek külön-külön is elképzelhető részek lehetnek (Latour és Farcot, 2008). Az előbb említett TAO ingyenes, nyílt forráskódú, de annak testreszabása, egyéni célokra való felhasználása technológiai fejlesztéseket igényel. A tipikus gyakorlat, hogy a mérési intézetek saját fejlesztésű szoftverrendszerekkel (pl.: TestNav, eDia) vagy szoftverkomponensekkel (pl.: MicroDYN) dolgoznak, amelyek kifejlesztése egyszeri nagy beruházást igényel. Megfelelő, tervszerű fejlesztések esetén ezek kibővítése, továbbfejlesztése, karbantartása már kisebb költségvonzatú.

A költséghatékonyság kérdését minden részletre kiterjedően elemezte Farcot és Latour (2009). Több forráskönyv mentén vizsgálták az áttéréssel járó költségjellemzőket. A papír alapú megoldás a tesztelés teljes életciklusában egyedül az item-előállításra vonatkozóan költséghatékonyabb. Azonban ez az előny is csökken, illetve megszűnik az előállítandó itemek számának, illetve komplexitásának növelésével. A technológia alapú itemfejlesztés költségeit szintén kímélheti a korábban már bemutatott automatizált itemgenerálás lehetősége, amely többször felhasználható itemek létrehozására alkalmas. A szerzők óvatos, végső konklúzióként azt állapítják meg, hogy minden esetben egyedi elbíráláson kell alapulnia a platform megválasztásnak, de végső soron rögzítésre kerül, hogy közép és hosszú távú mérési célok esetén egyértelmű a technológia alapú mérés költséghatékonysága.

A több mérés megvalósításának további feltételét teremti meg a technológia alapú tesztelés azáltal, hogy időhatékonysági szempontból is fejlettebb, mint a papír alapú verzió. Két tényezőt is ide lehet sorolni: egyrészt az objektív tesztelési technikát alkalmazva (zártvégű itemek használata) technológia alapon az eredmények közvetlenül a mérés után rendelkezésre állnak, és az így kinyert információk azonnal felhasználhatóak az eredményesebb rendszerirányításhoz. Nem kell arra éveket várni (pl.: PISA vizsgálatok), hogy az eredmények birtokába jussanak az érdekeltek. A másik tényező, hogy technológia alapon a kiközvetítés egyszerűen megoldható, nem függ a szállítási körülményektől, időtartamától, rugalmas időbeosztással alkalmazható (Wang és Shin, 2009). Alacsony tétellel bíró mérések iskolai alkalmazásánál az intézmények maguk döntenek el, hogy mikor a legalkalmasabb számukra a mérések elvégzése. Az előkészületi munkák egyszeri műveletet igényelnek, amelyben minden diák kap egy mérési azonosítót, amelyet későbbi mérések során is felhasználhat. Online mérések esetében az iskolák egy link birtokában bármikor megkezdhetik a mérést, az oldal felkeresése után a diákok a mérési azonosítójuk megadásával a konkrét teszthez jutnak.

A központi számítógép oldaláról ez semmilyen előkészítési feladatot nem jelent, a rendszer önállóan, emberi beavatkozás nélkül képes a tesztelés időfüggetlen lebonyolítására.

Az automatizált itemgenerálás mellett, hogy a tesztelési költségek csökkentésére alkalmas, felhasználható olyan módon, hogy az egyszerre teszteltek esetében állít elő különböző paraméterekkel bíró, egyes elemeiben eltérő, de azonos szerkezetű, és közel ekvivalens nehézségű feladatot. Ilyen módon növelhető a tesztelés biztonsága, csökkenthető a tesztre való tanulás esélye. Ez tovább fokozható, ha a fenti megoldást ötvözzük randomizált tesztalgoritmussal. Ebben az esetben a megoldók a kérdéseket különböző véletlenszerű sorrendben kapják, így jelentősen kisebb arra az esély, hogy segíteni tudják egymást. A tesztek vagy azok részegységeinek újrafelhasználása növeli annak kockázatát, hogy a tesztkitöltő tisztességtelenül előnyben részesül, mert ismeri a feladatot (*Lent, 2009*). Az automatikus itemgenerálás, a véletlenszerű teszt, vagy azok részegységeinek random kiosztása, illetve a feleletválasztós item válaszopcióinak véletlenszerű keverése csökkenti a kockázatokat. Ezek a technikák összességében amellelt, hogy növelik a tesztelés biztonságát, a tesztszerkesztés hatékonyságát is fokozzák, egyúttal a mérések számának növeléséhez vezethetnek.

Technológia alapon pontosabb mérések valósíthatók meg

Az automatizált javítás lehetőségéből származik a költség és időhatékonyságbeli előny. Szintén ezen jellemzőnek és az adaptív tesztelés megvalósíthatóságának köszönhetően növelhető a tesztelés pontosságának, objektivitásának jószágmutatója technológia alapon. A javítás objektivitása azt jelenti, hogy a teszteredmények függetlenek a javítást végző személytől, nem alakulnak ki különböző eredmények ugyanazon megoldásoknál. Ez teljes mértékben biztosított, ha a feladatok megoldásait egy tesztprogram értékeli. A technológiánál nem játszhat szerepet a teszteltekhez kötődő szubjektív megítélés, vagy a javítók egymástól eltérő szigorúsága; az emberekkel ellentétben a processzor nem fárad, nem számolja el véletlenül az eredményeket (*Becker, 2004*). Hasonlóan a javításhoz, az adattörzsgítésénél, kódolásnál is számtalan figyelmenltenségi, elgépelési hiba fordul elő, *Becker (2004)* szerint legalább az esetek 10 százalékában. Az elektronikus tesztelés tehát hibátlan adatminőséget eredményez, akárhányszor futtatjuk le a kiértékelést, mindannyiszor ugyanarra az eredményre jutunk (*Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008*). A papír alapú teszteléshez képest leegyszerűsíti a dokumentációs tevékenységet, a szervezést, illetve különböző tesztadatokat, -adatbázisok összekapcsolását, megkönnyíti az azokhoz való hozzáférést, vagy szükség esetén az adatok egyszerű átkódolását (*Becker, 2004*). A problémát csak az jelenti, hogy nem minden esetben alkalmazhatók olyan feladatok, amelyeknek a javítására a tesztelő programot fel lehet készíteni pl.: esszé feladatok.

Az adaptív tesztelés más úton járul hozzá a pontosabb mérések véghezviteléhez, olyan tesztalgoritmust biztosít, amely szélesebb képességfejlődési spektrumot tud hatékonyabban mérni (*Magyar és Molnár, 2013; Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008; Frey, 2007; Jodoin, Zenisky és Hambleton, 2006*). A teszteltek között nagyobb képességbeli különbségek lehetnek, mint amit egy kötött formátumú papír alapú teszttel fel lehet mérni. Ha a tanulók a képességszintjükhöz közeli feladatokat kapnak, akkor pontosabban meg lehet határozni a tudásszintjüket. Az adaptivitás megteremti a lehetőségét, hogy a teszteltek annak függvényében kapják a következő feladatot, hogy milyen eredménnyel oldották meg az előzőt.

Az adaptív tesztelés során minden egyes megoldó a számára legnagyobb diagnosztikus erővel bíró feladatot kapja, nem kell megpróbálnia olyan feladatot megoldani, amelyet biztosan nem tudna és olyat sem, amelyre biztosan képes. A technológia alapú adaptív tesztelés ilyen módon kevesebb item felhasználásával, rövidebb idő alatt pontosabb képességszint-meghatározást tesz lehetővé (Magyar és Molnár, 2013). A tesztelési idő átlagosan a felére csökkenthető (Frey és Seitz, 2009). További előny, hogy megoldódik a longitudinális vizsgálatok egyik alapproblémája, miszerint ugyanazt a tesztet kell alkalmazni egy konstruktum felméréshez, azonban így a tesztfeladatok egyre ismerősebbek lesznek, elterjedhetnek, ami torzíthatja az eredményeket (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). Az előnyök értékeléséhez azonban hozzátartozik, hogy az adaptív tesztelés megvalósítása a költségeket jelentősen növeli. Alkalmazásához ismerni kell a feladatok nehézségét, amelyek empirikus úton, megfelelő minta felhasználásával határozhatók meg. Emellett olyan feladatokkal kell rendelkezni, amelyek a teljes képességspektrumot lefedik; az eredmények összehasonlításához valószínűségi tesztelméleti módszerek szükségesek (Magyar, 2014). Az adaptív tesztelés további előnyei a hatékony, teljesebb személyre szabott tesztelés résznél kerülnek megfogalmazásra.

Információgazdagabb visszajelentés biztosítható digitális megoldásokkal

Az információgazdagabb visszajelentés egyrészt úgy értelmezhető, hogy az eredményeken túl más információk is rendelkezésre állnak, másrészt a visszacsatolás jelentőségét növeli, ha azok tartalma a tesztelést követően közvetlenül rendelkezésre áll. A felhasználás eredményességét jelentősen befolyásolja, különösen a gyorsuló változások korában, hogy mikor állnak rendelkezésre a mérések eredményei (Noyes és Garland, 2008). Papír alapon a PISA mérések esetén jellemzően egy évvel, Országos kompetenciaméréseknél egy félévvel később látnak napvilágot az eredmények. Mikroszinten is a kutatások azt bizonyítják, hogy minél közelebbi a visszacsatolás a tényleges teljesítményhez, annál erősebb a hatása a teljesítményre és a tanulói motivációra (Nunan, 2010). Technológia alapon biztosítható a gyors, adott esetben az azonnali visszajelentés, amely a gyors beavatkozás lehetőségét teremti meg az érintettek minden csoportjánál (Molnár, 2015a; Molnár, 2015b). Makroszinten a nemzetközi és nemzeti felmérések elsősorban rendszer-monitor feladatokat látnak el, illetve intézményi szintű visszajelzésekkel segítik az oktatómunka hatékonyságának javítását. Az iskolafenntartók számára eljuttatott adatok segítségével a saját intézményeik teljesítményét objektíven és megbízhatóan összehasonlíthatják az országos adatokkal és ebből vonhatnak le következtetéseket, készíthetnek akcióterveket. Mezo- és mikroszinten segíti a tanárokat és tanulókat megérteni a jó/rossz teljesítmény karakterisztikáját, okait (Bennett, 2011). Technológiai alapon a visszacsatolási folyamatok leegyszerűsödnek, sok elemben automatizálhatók, kisebb költséggel megvalósíthatóvá válnak; objektív, standardizáltabb jelentések készülhetnek (Csapó és mtsai, 2009; Becker, 2004). Mindezen tényezők pedig aktívan hozzájárulnak az oktatási-tanulási folyamat minőségének javulásához.

Papír alapon a tanulók válaszainak pontossága jelenti a legfőbb és egyedüli kimeneti változót, nem tudunk meg a válaszadáshoz kapcsolódóan más információt a tesztelt megoldási mechanizmusáról. Technológia használatával azonban számos kontextuális információ rögzítésére nyílik lehetőség. A tesztelés során a program a megoldók tesztkörnyezettel folytatott interakciójáról különböző adatokat gyűjthet (Csapó, Lőrincz és Molnár, 2012; Bodmann és

Robinson, 2004). Így tájékozódhatunk, hogy a teszteltek mennyi időt töltöttek egy feladat megoldásával; hányszor javították a megoldását; hogyan mozogtak a tesztben, mely feladatokat hagyták ki, milyen sorrendet követettek; hogyan tudták kezelni az egeret, milyen gyorsan gépeltek (R. Tóth és Hódi, 2013); szemmozgás követésével, hogyan dolgozták fel a feladatokhoz tartozó információt; webkamera segítségével milyen mimikai gesztusaik voltak – milyen érzelmeket váltott ki belőlük a tesztelés, az egyes feladatok (Molnár és Lőrincz, 2012). Például megtudhatjuk, hogy mikor kezdtek el válaszolni az információfeldolgozása után, így kiszámítható a gondolkodási idő (Ainley, 2006; Hadwin, Winne és Nesbit, 2005). A teszteredmények mellett gazdag és jól strukturált információkat gyűjthetünk, amelyek segítik az eredmények értelmezését, a megoldók tesztelés alatt mutatott viselkedésének pontosabb követését, lehetőséget teremt precízebb tudományos következtetések levonására, illetve azok finomítására (Molnár és Lőrincz, 2012). A kontextuális információk jelentőségét mutatja, hogy van der Linden (2007) számos kognitív képesség esetén a válaszidőket legalább annyira megbízható és valid mérőszámoknak tekinti, mint magukat az eredményeket.

A kontextuális adatgyűjtési lehetőséggel szoros kapcsolatban vannak az adatbányászati technológiák. Az adatbányászat (*data mining*) nagyméretű adathalmazból összefüggések, mintázatok a már meglévő információkból új, nem triviálisan következő további információk kinyerését jelenti (Romero és Ventura, 2010). A neveléstudomány területére értelmezett adatbányászat (*Educational Data Mining – EDM*) olyan alkalmazott diszciplína, amely összetett elemzési algoritmusok megalkotásával lehetővé teszi a tanulói teljesítmények mélyebb megértését a változók közötti komplex kapcsolatok elemzésével és a tanulási, vagy jelen esetben tesztkörnyezetekből kinyert adatokból újabb (pedagógiai szempontból releváns) tudományos következtetések levonását (R. Tóth, 2010; Baker és Yacef, 2009).

Hatékony, teljesebb személyre szabott tesztelést biztosíthat a technológia

A személyre szabott tesztelés előnyéhez két jelzőt társítottam, az egyik a hatékonyságra vonatkozik, a másik a tesztelésbe bevonhatók körére utalva kapta a teljesebb kifejezést. Ez a rész az egyén szempontjából közelíti meg a technológia adta előnyöket. A korábbiakban kifejtésre került, hogy az adaptív technológia pontosabb képességszint meghatározást tesz lehetővé. Azon jellemzőjénél fogva, hogy a teszteltek mindig a számukra optimális kihívást jelentő feladatot kapják biztosítható a tesztelés flow élménye. Ugyanis elkerülhető, hogy a teszteltek számukra túl nehéz vagy könnyű feladatokkal frusztráljuk. Túl nehéz feladatok esetén stressz szintjük vehet fel kedvezőtlen értéket, túl könnyű feladatok esetén pedig unatkozhatnak, és ennek lehetnek negatív hatásai. A kutatásokból ismeretes, hogy a teszthez kapcsolódó megoldási motivációnak az eredményekre is jelentős hatása van (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). Az adaptív teszteléssel megvalósítjuk a személyre szabott tesztelést mind kognitív, mind affektív oldaláról nézve.

Az előző részben már kiemelésre került, hogy technológia alapon a visszacsatolások információgazdagabbak lehetnek, és gyorsabban rendelkezésre állhatnak, mint papír alapon. Azonban azt is érdemes megjegyezni, hogy a technológia a visszajelezések személyre szabottságában is új perspektívákat nyithat meg. Olyan segítséget biztosíthat, amely papír alapon nagy humán erőforrás igényrel csak rendkívül költséges úton lenne megoldható. Kulcsszerepe lehet a tanulás individualizálásában. A tömegoktatás egyik ellentmondása, hogy

miközben a tanulók kognitív, affektív jellemzői széles spektrumon mozognak, a hozzájuk rendelt oktatási módszerek azonosak. Az önálló tanuláshoz, az egyéni ütemben való fejlődéshez pedig folyamatos visszajelzések, a szummatív értékelés mellett rendszeres formatív és diagnosztikus mérésekre van szükségük a tanulóknak (Csapó és mtsai, 2009). A legújabb fejlesztésű programok az egész tanulási folyamatot koordinálják, valós idejű kiértékelésnek köszönhetően adaptívan reagálnak a felhasználók viselkedéséhez (Bennett, 2011). Az egyes szoftver megoldások azzal kapcsolatosan adnak hasznos, tanulásban felhasználható információkat, hogy a válaszok miért helytelenek (Nunan, 2010). Bár ezek bizonyos esetekben meglehetősen általánosak, egyes programok a diákok munkáiban mintákat keresnek, hogy annak megfelelően határozzák meg a következő feladat nehézségi szintjét. Az *Intelligent Tutoring Systems* (ITSs) a tanulók egyéni szükségleteinek megfelelően a haladásukat legjobban szolgáló feladatokat biztosítja. *Cognitive Tutor* modulját széles körben használják az USA-ban, matematika műveltségterületen útbaigazítást ad, problémamegoldó viselkedésre bátorít (Ritter, Towle, Murray, Hausmann és Connelly, 2010). Olyan problémákat választ a diákoknak, amelyek az ő szintjüknek megfelelőek, javaslatokkal korrigálja a megoldási stratégiákat. A kutatások szerint azok a tanulók, akik használták a *Cognitive tutor* sokkal jobban teljesítettek társaikkal szemben az országos vizsgákon, különösen azok, akik nem angol anyanyelvűek, vagy speciális nevelési igényrel rendelkeznek (Ritter, Anderson, Koedinger és Corbett, 2007). Az ITSs-t szintén használják olvasás tanításához, emellett a témában a *SuccessMaker Reader* és az *Accelerated Reader* oktatóprogramok érték el nagy népszerűséget az USA-ban. A programok utasításokat adnak animációk segítségével, és játékokhoz hasonló forgatókönyvek mentén haladnak a diákok. Olyan értékelési mechanizmusokat ágyaznak be, ahol a visszacsatolás automatikus és azonnali. A leckékhez tartozó feladatok nehézsége a tanulók tudás profiljához igazodik, figyelembe veszi erősségeiket és gyengeségeiket. A kutatók a programokat értékelve azt tapasztalták, hogy pozitív hatással vannak a tanulási folyamatra (Looney, 2010).

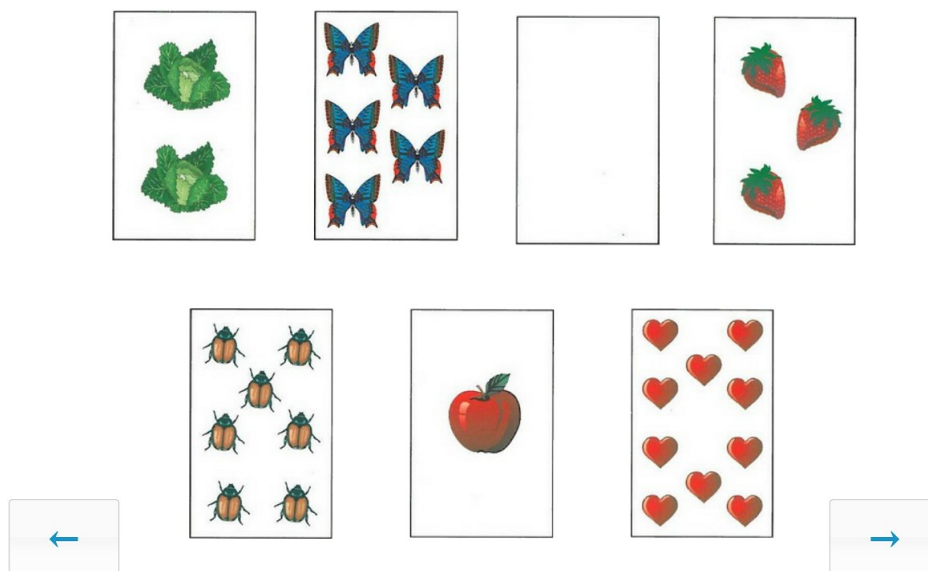
A papír és technológia alapú tesztelés összehasonlításának egy részterülete, amikor megvizsgálják, a megoldók hogyan viszonyulnak az egyes médiumokhoz. A kutatások egyöntetűen azt igazolták, hogy az iskoláskorúak (OECD, 2010; Meijer, 2010; Sim és Horton, 2005; Poggio, Glasnapp, Yang és Poggio, 2005) és a felnőttek (Smither, Walker és Yap, 2004) körében is népszerűbbek a számítógép alapú mérések. A CBA-nak pozitív hatása van a diákok motivációjára, koncentrációjára és teljesítményére (Garrett, Thoms, Alrushiedat és Ryan, 2009), ezzel párhuzamosan alacsonyabb szorongásérzésről adtak számot számítógép alapú tesztelés esetén (Cassady és Gridley, 2005). Mindazonáltal a számítógépes adatfelvételt önbevallás alapján nem kevésbé veszik komolyan a diákok, mint a nyomtatott változatot (OECD, 2010). Ezeket a tényezőket is a számítógép alapú tesztelés előnyei közé soroljuk, és mivel a diákok tesztmegoldási motivációjára pozitív hatással vannak, így hatékonyabb személyre szabott tesztelést valósítanak meg (Molnár és Magyar, 2015).

A technológia olyan lehetőségeket biztosít, amelynek köszönhetően a tesztelésbe bevontak köre kibővíthet a különböző akadállyal élő személyekkel (Csapó és mtsai, 2012; Pliskin, 2011; Thurlow, Lazarus, Albus és Hodgson, 2010; Calhoon, Fuchs és Hamlett, 2000). A technológia egyéni lehetőségeket biztosíthat mind az itemek információtartalmának közvetítésére, mind a tesztelt válaszainak rögzítésére. A gyengénlátóknál nagy betűk használata, nagyító eszközök, kontrasztos megjelenítés stb., vakok esetén beszédszintetizátor

(felolvasó program) segít feldolgozni a feladatok stimulus részét. Hallás-sérülteknél a videó típusú információk audio sávját lehet feliratozni. A válaszok rögzítésében a gyengénlátóknál speciális nagy billentyűket tartalmazó billentyűzet; vakoknál beszédfelismerő szoftver, braille billentyűzet; mozgásszervi problémákkal rendelkezők esetén billentyűkezelő eszközök, speciális beviteli eszközök, például fejegér, lábegér, szívó-fújó irányítóeszköz stb. adnak megoldást. Olyan személyre szabott tesztelési 'interface' alakítható ki, amellyel az akadállyal élők nem szorulnak ki a tesztelésből. Ilyen módon igazságosabbá tehető a mérés. Kutatások születtek arra vonatkozóan, hogy az input/output lehetőségek mellett is a számítógép megfelelőbb tesztkörnyezetet biztosít, mint a papír alapú médium a speciális igényűek számára (Dolan, Hall, Banerjee, Chun és Strangman, 2005). Emellett, akár adaptív teszteléssel ötvözve olyan vizsgálatok hajthatók végre, amellyel a tanulási nehézségek és a sajátos nevelési igények is azonosíthatók. A TBA csökkentheti az igényt a speciális szakembereknek, akiket az adott mérés igényel, különösen a pszichomotoros területen (Csapó és mtsai, 2012).

Speciális eset a tesztelésbe bevonhatók körének bővítésére, azon gyermekek (például óvodások) involválása, akik (még) nem tudnak olvasni (Molnár, 2015b). A beszéd szintetizátor program felolvassa számukra a feladatot, a gyerekek pedig csak grafikai információ kezelését igénylő megoldás segítségével válaszolnak (15. ábra). Olyan megfogalmazással is élhetünk a kibővítés helyett, hogy egyszerűsödik a mérés kivitelezése, mivel nincs szükség a mérésben résztvevő plusz személyre, aki felolvassa a feladatokat. Erre példa a Diagnosztikus Fejlődésvizsgáló Rendszer – DIFER számítógép alapú megvalósítása, amelyben 4 évesek is részt vehetnek (Csapó, Molnár és Nagy, 2014; Csapó, Molnár és Nagy, 2015).

Kattints rá arra, amelyikben 1 rajz van!



15. ábra

*Példa olyan itemre, amelynek megválaszolása nem igényel olvasástudást
(Az utasítást a program felolvassa, Csapó, Molnár és Nagy, 2014)*

1.3. Az elektronikus tesztelés generációi, nemzetközi és magyarországi implementációk

Az 1.3. alfejezet célja, hogy bemutassa a technológia alapú tesztelés fejlődéstörténetét, az egymást követő tesztelési generációkat és jellemzőiket, valamint az elektronikus tesztelés jövőjére vonatkozó elképzeléseket, elvárásokat. A következő rész történeti síkon pozicionálja a disszertáció kutatásához tartozó számítógép alapú tesztelést, részletesen foglalkozunk azzal, hogy milyen előzmények és jövőbeni perspektívák fogalmazhatók meg a dolgozatban bemutatott konkrét mérési típussal kapcsolatban. Az elméleti keretet követően ismertetésre kerül nemzetközi és hazai viszonylatban is, hogy az egyes országok és mérési intézetek hol tartanak a papírról technológia alapú tesztelésre való áttérésben; milyen mértékű az elektronikus tesztelés elterjedtsége.

1.3.1. Az elektronikus tesztelés generációi

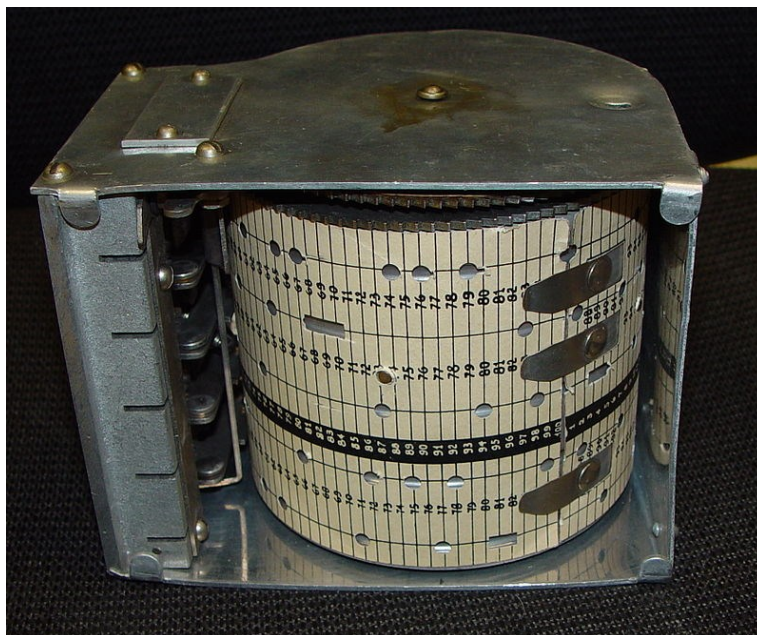
Történeti előzmények

Az oktatógépek és a tesztelést megvalósító platformok közös múlttal rendelkeznek. Automatikus kiértékelést megvalósító gép már az 1920-as években készült, a *Sidney Pressey* (*Ohio State University*) készítette első oktatógép többszörös választásos tesztkérdések kiértékelését hajtotta végre, és ezek alapján irányította a tanulókat a tanulási folyamatukban (*Pressey, 1927*). A felhasználó papírról elolvasta a feladatot, megoldotta, majd az egytől ötig beszámozott karok segítségével válaszolt, amit a gép mechanikusan kiértékelte. A sikeresség függvényében haladhatott tovább a tanuló vagy próbálkozhatott újra (16. ábra, 17. ábra).



16. ábra

Sidney Pressey oktatógépe – szemből (Forrás: Wikipédia)



17. ábra

Sidney Pressey oktatógépe – hátulról (Forrás: Wikipédia)

Pressey találmánya sokáig figyelmen kívül maradt, és csak harminc évvel később került továbbgondolásra. Ekkor *Pressey*-hez csatlakozott *Skinner*, aki egy egyszerű mechanikus tárolóval bíró feleltető gépet javasolt. Később közösen fektették le az oktatás számítógéppel támogatott lineáris programra épülő tanítás és tudástesztelés alapjait, amelyek elterjedtek nem csak az Egyesült Államokban, hanem Nyugat-Európában, például Nagy-Britanniában és Svédországban is (*Lumsdaine és Glaser, 1960*).

A következő nagy ugrás a hatvanas években következett be, amikor az első elektronikus, *Illiac* számítógépen működő PLATO (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operations*) nevezetű egyéni tanulásra és ismeretek tesztelésére alkalmas rendszer megjelent (18. ábra). A PLATO irányító programja a *Skinner*, illetve *Crowder* által megfogalmazott elágazó programozott oktatás elvei alapján működött. A tesztelésre szolgáló program információközvetítőként már képernyőt használt, az információ tárolására is alkalmas számítógép segítségével. A felhasználó a képernyőn megjelenő kérdésre válaszként egy állítás helyességéről döntött igen/nem válasszal. A „kiértékelés” gombon kívül a rendszer „segítség”, „elég”, „ismétlés” és más nyomógombokat használt (*Sorlie és Essex, 1979*). Az *Illiac* és a PLATO első úgynevezett CBT (*Computer Based Training*) rendszernek számít. A valós CBT rendszereket azonban csak a 80-as évek második felében kezdték tömegesen gyártani, ami a 90-es évek első feléig tartott.



18. ábra

Érintőképernyős PLATO IV rendszer 1972-ben (Forrás: Wikipédia)

A számítógépet hamarosan univerzális tesztelésre alkalmas gépként kezdték el használni, ezzel különvált a tesztelés és az oktató rendszerek közös története. Elsősorban a tesztek generálására használták, az összeállítás alapját egy kérdés- és feladatbank jelentette, amelyből a tesztbe beillesztett kérdéseket a rendszer véletlenszerűen választotta ki. A számítógép a tesztbe jellemzően egy sablont is biztosított, amely a válaszok és megoldások helyességének gyors felismerésére, értékelésére szolgált a tanár számára.

A számítógépek méretének jelentős csökkenésével, illetve megfizethetőségük javulásával megjelentek a számítógépek a közoktatásban is. A számítógép oktatási célú alkalmazásával párhuzamosan elkezdődött a számítógépes tesztelés szélesebb körben történő felhasználása. A fejlődés kiindulópontját az Amerikai Egyesült Államok jelentette, ahol a tesztelésnek már komoly hagyományai voltak. Elsősorban feleletválasztós feladatokat alkalmaztak, amelyeket minden nehézség nélkül át lehetett ültetni számítógépre. A számítógépek, perifériák, grafikus megjelenítők fejlődésével bővültek és tökéletesebbé váltak a számítógéppel támogatott és később a számítógép alapú tudástesztelési lehetőségek is.

Generációs elméletek

Az elektronikus tesztelés generációit több szerző eltérő módon csoportosította, jellemzően kiemelt hangsúlyt fektetve a jövőre vonatkozó elképzeléseiknek is. *Bunderson, Inouye és Olsen* (1989) nevéhez kötődik az első generációs elmélet, amely négy generációt különböztet meg:

1. generáció: számítógépesített tesztelés (*computerised testing*) hagyományos tesztek számítógépes adminisztrációval.
2. generáció: számítógépesített adaptív tesztelés (CAT) a válaszok sikerességéhez igazodó nehézségű, tartalmú, időzítésű kérdések.
3. generáció: folyamatos értékelés: kalibrált mérések, amelyek folyamatosan képesek megbecsülni a diákok tudásszintjét, és dinamikusan változó tesztkörnyezetet hoznak létre.
4. generáció: intelligens mérések: intelligens pontozás, egyéni profilok értelmezése, tanácsok szolgáltatása a tanulónak és a tanároknak a fejlesztésre vonatkozóan.

Az első két generációra vonatkozóan biztosan kijelenthetjük, hogy a jóslatok megfelelően bizonyultak. A papír alapú tesztek digitalizálják és alkalmazzák, valamint az adaptív tesztelés is meghatározó tesztelési mód számtalan területen. Az azt követő két generáció technikai kivitelezését tekintve még előkészületi fázisban van. Dinamikus tesztkörnyezet létezik, de folyamatos, állandó méréseket megvalósító mérés nem jellemző. Hasonlóan a negyedik generációhoz, egy-két jó példa mellett nem beszélhetünk nagyfokú elterjedtségről, a mesterséges intelligencia nem képezi szerves részét a tesztelésnek (*Redecker és Johannessen, 2013*).

Bennett közel tíz évvel később 1998-ban írja meghatározó tanulmányát a számítógép alapú tesztelés evolúciójára vonatkozóan (*Bennett, 1998*). A tanulmány olyan pontossággal vetítette és vetíti előre a jövőt, hogy a szerző 2008-ban változatlan formában adaptálhatta generációs elméleteit azonos témájú munkájában (*Bennett, 2008*). Elméletei a jelenben megalapozottak, és a jövő tesztelési szakembereinek is utat mutatnak, ezért a tanulmány részletesen kerül bemutatásra. *Bennett* művében három generációról ír (*Bennett, 1998*):

- Első generáció: számítógép alapú tesztelés – az infrastruktúra kiépítése;
- Következő generáció: elektronikus tesztelés – minőségi változás;
- „R” generáció: az elektronikus tesztelés újra feltalálása.

Bennett az első generációt úgy jellemzi, hogy az újítás e korai szakaszában, egy már meglévő folyamat újraértelmezés nélküli felhasználása történik, amikor a fejlesztések nem változtatják meg drasztikusan az elektronikus tesztelést, így jelentős előrelépések sem történhetnek. Ezek a tesztek tartalmilag megegyeznek a papíron megoldottal: ugyanazokat a kompetenciákat hivatottak mérni, és elsősorban ugyanazokat a típusfeladatokat alkalmazzák. Annak érdekében, hogy az elektronikus tesztelés határozottan elfogadottá váljon, a szerző szerint egyértelműen többet kell kínálnia. A kezdeti befektetési költségek magasak, de ennek a generációnak a legfontosabb öröksége az alap infrastruktúra lehet, előkészítve a technológiát a jövőbeni fejlesztésekhez, reagálva az oktatási közösségek szükségleteire, a gazdaságosság javítására. Az első generáció szervezeti igényeket szolgál ki, dedikált tesztközpontokban zajlik, és korlátozott a technológia kihasználása. A tesztközpontok tekintetében a szerző egyértelműen az Amerikai Egyesült Államokban tapasztalható helyzetből indul ki, amelyben papír alapú tesztek használó tesztközpontok régóta léteznek, így ezen meglévő infrastruktúrára alapozva helytálló a megállapítás, hogy itt könnyebben jelenhetnek meg a tesztelés új formái. Szemben az európai helyzettel, ahol nem jellemzőek a dedikált tesztközpontok.

Bennett úgy képzei az elektronikus tesztelés második generációját, hogy azt folyamatos technológiai-, pszichometriai- fejlődés jellemzi, és egyre növekvő mértékben foglalja magába a kognitív tudomány eredményeit, minőségileg különbözik az első generációtól. Ez a különbség megjelenik a tesztkérdésekben (és néhány esetben azokban a jellemzőkben, amiket mérnek), valamint a fejlesztésben, a pontozásban és a kitöltési eljárásban. *Bennett* szintén az Amerikai Egyesült Államok helyzetére alapoz – ahol magánkézben lévő tesztközpontok is fontos szerepet játszanak – amikor azt vetíti előre, hogy a tesztpiacon versenyhelyzet fog kialakulni, ami a fejlődés jelentős generáló tényezője lehet. Ugyanakkor az elektronikus tesztelés elfogadottságát ebben a fázisban még nem látja teljeskörűnek. A tesztfejlesztők és számos programigazgató szemszögéből a lépés a számítógépek felé nagy változást jelent, ezért határozott kritikák,

kétértelmű vélemények várhatók a pedagógusok (*NCTM*, 1989 idézi *Bennett*, 1998), mérési közösségek (*Mislevy*, 1993; *Shepard*, 1992 idézi *Bennett*, 1998), kognitív pszichológusok (*Pellegrino*, 1992; *Resnick és Resnick*, 1990, 1992; *Sternberg*, 1992 idézi *Bennett*, 1998) és a közvélemény köréből is. Az elfogadottság hiányában a fő akadályt az képezi, hogy adott esetben két értékelési formát kell biztosítani, aminek jelentős a költségvonzata. Pedig ez a generáció már alkalmas a gazdaságos, papír alapúnál költséghatékonyabb tesztelés megvalósítására.

A változás először a tesztkérdések jellegében és a válaszadás formátumában terjedhet el széles körben, és a mindkettő által nyújtott lehetőségek új készségek mérését teszik lehetővé. Az első generációs teszteléssel több fontos képességet nem lehet megfelelően értékelni, a megvalósíthatóság érdekében megkövetelt például az audio- vagy video-használat. A második generáció alkalmas arra, hogy hagyományos készségeket átfogóbban mérjen, és eddig nem mérhető készségek értékelését tegye lehetővé. A szerző szerint a válaszformátumok is jelentősen megváltozhatnak, az uralkodó feleletválasztós típus mellett megjelenhetnek az olyan komplex válaszformák is, amelyeknek nem létezik egy pontos egzakt megoldása. Az itemek létrehozásának és kalibrálásának segítségével új eszközök jelennek meg (*Singley és Bennett*, 1995 idézi *Bennett*, 1998). Ezek az eszközök lehetővé teszik a fejlesztők számára, hogy kérdés-sablonokat hozzanak létre (vagy egy hatalmas kérdésbankból válasszák ki őket), azután változtassák, mind a felszíni elemeket érintő megoldást, mind a mélyebb szerkezeti elemeket (*Sebrechts, Enright, Bennett és Martin*, 1997 idézi *Bennett*, 1998). Ezeknek az elméleteknek a használatával az itemek paraméterei elég pontosan megbecsülhetőek ahhoz, hogy jelentősen csökkenjen a mintanagyság előtesztelésének szükségessége (*Sheehan és Mislevy*, 1994 idézi *Bennett*, 1998). Miután egy teszt megjelenése pontosan meghatározásra került, ezek az eszközök automatikusan javasolni tudják, melyik kérdésminta használandó. Egy bizonyos ponton az eszközök eléggé kifinomulttá válhatnak ahhoz, hogy emberi beavatkozás nélkül hozzanak létre itemeket. Az adaptív tesztek nem építenék olyan közös készletből, amelyből már az egyes itemek már felhasználásra kerültek. Az itemek valós időben jönnek létre, egyenként, egyedi szabályszerűségek alapján a megoldás pillanatában (*Bejar*, 1996 idézi *Bennett*, 1998). Olyan tesztelést előkészítő szoftverek valósulnak meg, amelyek intelligens oktatórendszert alkalmaznak (*Wenger*, 1987 idézi *Bennett*, 1998) azért, hogy a tesztmegoldók tökéletesen elsajátítsák a kezelőfelület használatát a tesztelést megelőzően, így éles helyzetben már csak a teszt tartalmára koncentrálhatnak.

A teszt megjelenésének változásai, és különösen a tesztkérdés jellegének változásai, a pontozási folyamatok lényeges megváltoztatását is magukkal vonják. Sok szövegalkotó feladat, amelyek javítása most humánerőforrást igényel a közeljövőben várhatóan automatikus feldolgozása lesz. A válaszok jellege először egyszerű lesz, – matematikai kifejezések, egyenletek és grafikonok, szavak és egyszerű mondatok – de előbb-utóbb magába foglalnak bonyolultabbakat, beleértve az esszéket is. Az olyan válaszokat, amelyeket nem lehet automatikusan pontozni, az emberek és a digitális technológiák közösen együttműködve fogják javítani (*Bennett*, 1994). A humán bírálók meg fogják tartani a hatáskörüket azon feladatok felett, amelyeket nem elektronikus eszközön mutatnak be. Néhány fontos készség nem lesz egyhamar alkalmas az értékelésre ezen a médiumon (pl. az előadó művészet). De az értékelésre már használható lehet az elektronikus médium, a papíron rögzített válaszokat digitalizálni fogják (*scanner*), más esetekben a válaszok digitálisan kerülnek rögzítésre számítógép-vezérelt

kamera vagy mikrofon által. Az eredményeket kódolt, digitális alakban elektronikusan elküldik a bírálóknak, akik a képernyőn osztályozzák a produktumokat. A bírálók lehetnek a vizsgázóval megegyező helyszínen és időben, vagy máshol, eltérő időben. A szoftver felkészíti a bírálókat az osztályozási szabályokra, megkönnyíti a bírálók interakcióját másokkal, bemutatja az előre beállított szinteket a fő pontozási szabványokkal, és folyamatosan ellenőríz minden eltérést a normától. A szoftvereszközök a kérdések megalkotása során segítik a fejlesztőket pontosan meghatározni és tesztelni az automatikus javítási kulcsokat (*Bennett, 1998*).

A tesztközpontok szerepét egyre jobban átveszi az internet alapú, avagy online tesztelés. Ezt a váltást a költséghatékonyság, az internetes adatbiztonság javulása, és a jobb adatáramlási sebesség motiválja, amely képessé teszi nagy mennyiségű adatok megosztását, és gyorsabb kezelését (*Bennett, 1998*).

A harmadik „R” generációjától *Bennett* azt várja, hogy a mérés-értékelés újradefiniálja magát, több szempontból radikálisan megtörve ezzel a korábbi hagyományokat. Az egyik fő változásnak egy olyan interaktív környezetet vizualizál, amely elősegíti az egyén fejlődését, kiegészítve azt elszámoltathatósági funkciókkal, amelyek nagymintás vizsgálatokkal valósulhatnak meg. Több okból kifolyólag az oktatási integrációnak komoly következményei lehetnek, a hagyományos, egyalkalmas, központilag-adminisztrált vizsgák végső csökkenését okozva. Az új tesztek létrehozását motiválni fogja az egyre nagyobb versenyhelyzeteket teremtő globális gazdaság, amelyben a folyamatos tanulás a lakosság nagy részénél a sikeresség központi kérdésévé válik. Az online tanulás a minőségi oktatást gazdaságosabbá teszi, és olyan tesztrendszer kidolgozását készíti elő, amely aktívan segíti a népesség többségének érvényesülését. Az oktatásra való növekvő igényt a főiskolai, egyetemi rendszerek az elektronikus hálózatok távoktatásként való alkalmazásával elégíthetik ki. A távoktatás nemzetközivé válása lehetővé teszi, hogy bárki, bárhol neves külföldi intézményekbe iratkozhasson be, anélkül, hogy elhagyja otthonát. A szerző ennek a folyamatnak egy olyan folytatását képzei el, amelyben a távoktatás népszerűsége a középiskolákra is kihat. A technológia alapú értékelés az általánosan elfogadott szabványok alapján fog működni, és szerves része lesz az iskolai tanterveknek, rendszeres alkalmazással. Bizonyos esetben az értékelések előre ismertek lesznek a tanulók számára, más esetben beágyazódnak az otthoni, iskolai tanulási folyamatokba és megkülönböztethetetlenekké válnak az oktatási szakasztól. Az olyan döntések, mint egy kurzuson való részvétel tanúsítása, érettségi vizsga, az iskolai hatékonyság, többé már nem egy adott időben lefolytatott vizsgán alapulnak majd, hanem beleveszik a felmérések sorozatából származó információkat is (*Bennett, 1994*). Az értékelés tantervbe ágyazásának következménye lehet, hogy a teljesítmény különbségek vitájához tartozóan az értékelés pontossága felől az oktatás megfelelőségének kérdése felé mozdulhat el az érdeklődés.

Megvalósulhatnak, és széles körben elterjedhetnek az intelligens oktatási rendszerek, mikrovilágok és a környezetünket mintázó szimulációk. Az egyszerű multimédiás gyakorlatok fognak utat törni a virtuális valóság-szimulációhoz. Ezek a szimulációk például tudományos laborok, összetett környezetet fognak modellezni, lehetőséget adva a diáknak, hogy olyan feltételek mellett tanuljanak és vegyenek részt az értékelésben, amelyek a valós életet élethűen reprezentálják. Ehhez hasonlatosak például a mai repülőgép szimulátorok. A valósághű megjelenés fejlesztésével, az „R” generáció technológiái az alany számára még természetesebb választadást tennének lehetővé. A beszéd megértése még pontosabb lesz, közvetlenül

reagálhatnak a szimulációk a teszteltek fizikai tevékenységére virtuális valóságban, még egyszerűbbé válhat a digitális eszközök használata. Intelligens oktatási rendszereknél, a diákok tudása dinamikusan kerül modellezésre modern kognitív megközelítések és statisztikai eljárások használatával. Az instrukciók nem csak a készségek területén jellemző eredményeken alapulnak, hanem a személyes érdeklődés és háttér jellemzői is felhasználásra kerülnek, még jelentőségteljesebb helyet adva a sokféleségnek (*Bennett, 1998*).

Az egyéni értékelési formák mellett a csoportos mérési eszközök is legalább olyan fontos szerepet fognak betölteni, olyan képességek tesztelését lehetővé téve, amelyek az együttműködéshez kapcsolódnak. Az oktatást egy napon a virtuális közösségekben való munka uralhatja; ahogy a munka világát is. Azonban ez még nem fogja megszüntetni az egyén értékelésének szükségességét. Politikai és gazdasági rendszerünk értékeli az egyéni teljesítményt és felelősségre vonhatóságot – még a csoportos értékelés esetében is. Amíg megmaradnak ezek a társadalmi értékek, addig az egyén értékelése fontos marad az oktatásban (*Bennett, 1998*).

Ezek a koncepciók segíteni fogják a tervezőket abban, hogy a teszteknek annak alapján szervezhessék meg, hogy milyen készségek fontosak az alkalmassághoz egy adott területen, hogy megtudhassák, hogyan állnak- és függenek össze egymással ezek a készségek, és hogyan lehet fejleszteni ezeket. A kifinomult információs és kommunikációs technológiák elterjedése kétségtelenül hatással lesz arra, hogy mely készségeket tartunk fontosnak, tanítunk és értékelünk (*Bennett, 1998*).

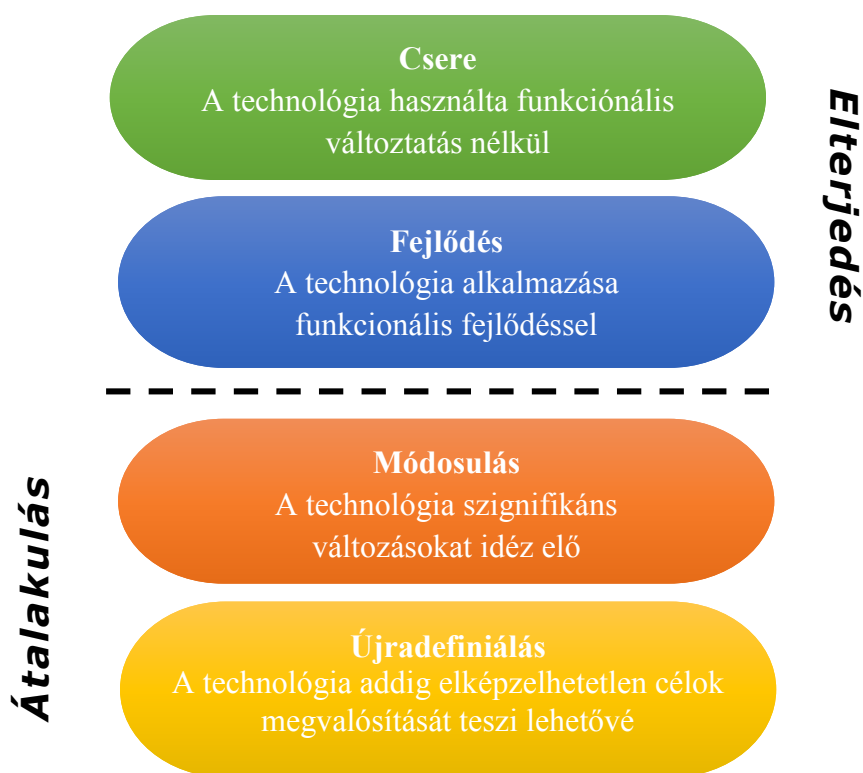
Bennett részletekbe menően, holisztikusan vizsgálta az oktatás és az értékelés összefonódásait a technológia alapú tesztelésre vonatkozóan. Ma már tudjuk, hogy számos kérdésben megbízhatóan jelezte előre a jövőt, és még most is olyan távlati célokat jelenít meg, amelyek fejlődésre motiválják a mérés-értékeléssel foglalkozó szakembereket. Például az internet alapú távoktatás népszerűvé válása 2011-ben vett igazi lendületet, amelyet azóta MOOC (*Massive Open Online Course*) formában ölt testet (*Breslow, Pritchard, DeBoer, Stump, Ho és Seaton, 2013*). Ezekre a kurzusokra az jellemző, hogy sok embert érint, nyílt, jellemzően ingyenes és számítógép alapon történik benne a távoktatás. *Bennett* hasonló jelenségekre hívta fel a figyelmet, korát megelőzve, amelynek eredményességéhez, adott esetben működőképességéhez elengedhetetlen az online tesztelés.

Jelen szituációt elemezve a *Bennett*-féle rendszerben, az első és a következő generáció átmenetében lehet elhelyezni az uralkodó számítógép alapú tesztelési formákat. A papír alapú tesztelési formák még meghatározóak, ugyanakkor elindult a multimédiás, interaktív itemek alkalmazása, megjelentek a csoportos értékelési formák, intelligens tutor programok, fejlődésnek indult a szövegalkotó feladatok automatikus pontozása. Ugyanakkor az automatikus itemgenerálás, a bírálók és a számítógép együttműködése még nem valósult meg, az adaptív tesztelésnél probléma az itemek nehézségi szintjének kalibrálása. A szimulációk, virtuális környezetek tesztelésnél való alkalmazása legfeljebb gyerekcipőben jár, illetve az oktatásba beágyazott értékelés csak elméleti szinten létezik. Ilyen formán az „R” generáció még a távolabbi jövőt jelenti.

A tesztek megoldásának helyszíne, illetve a magán (nem állami, versenyszférában lévő) mérési intézetek versenyhelyzetére vonatkozó megállapításoknál *Bennett* az amerikai helyzetre alapoz, a világ más országaiban a tesztelés inkább az iskolákban történik, és nincsen olyan meghatározó szerepe a magán mérési intézeteknek. Ellenben Amerikában valóban komoly

versenyhelyzet jellemzi a tesztpiacot, ami fejlődésre sarkalja a résztvevőket (pl.: *Harcourt Assessment*, *CTB/McGraw-Hill*, *Pearson Educational Measurement*, *Riverside Publishing*). Valamint az iskolai infrastruktúra kiépülésével egyre kevésbé jellemző a tesztközpontok használata.

2013-ban *Redecker* és *Johannessen* az előzőekben bemutatott két tanulmányon, illetve *Martin* (2008) munkáján alapulva fogalmaz meg gondolatokat a technológia alapú tesztelés fejlődéstörténetére vonatkozóan (*Redecker és Johannessen*, 2013). Az elektronikus tesztelés evolúcióját a SAMR-modellbe integrálják, amely az angol 'Substitution' (csere), 'Augmentation' (fejlődés), 'Modification' (módosítás), 'Redefinition' (újradefiniálás) kifejezések mozaik szava (*Puentedura*, 2012). A technológia adaptációjának első fázisa egy elterjedési (*enhancement*) időszak, amelyben megtörténik a közvetítő eszköz cseréje úgy, hogy a technológia funkcionális változás nélkül helyettesít. Később ez a fejlődési periódusban megváltozik és megkezdődik a technológia innovációs lehetőségeinek kihasználása. A második átalakulási (*transformation*) fázisban elkezdődnek a jelentősebb módosulások, a technológia szignifikáns változásokat eredményez, a záró újraértelmezés szakaszában pedig a technológiához olyan új feladatok, célok társíthatók, amellyel korábban elképzelhetetlenek voltak (19. ábra).



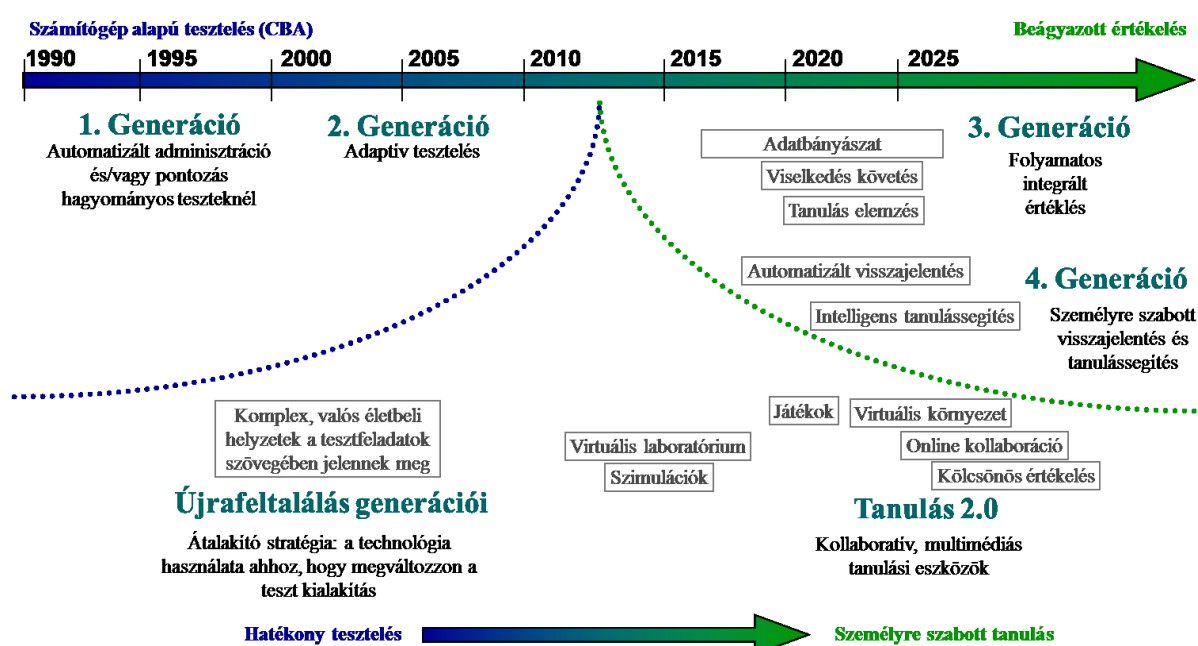
19. ábra

A SAMR modell

(Forrás: *Puentedura*, 2012 idézi *Redecker és Johannessen*, 2013. 81. o.)

A fejlődést idősíkon is elhelyezik (20. ábra), amelyben négy generációt különböztetnek a SAMR modell egyes elemeinek megfelelően:

1. generáció: Számítógépesített tesztelés (*Computerised testing*): hagyományos tesztek számítógépen.
2. generáció: Adaptív tesztelés – a tesztelők válaszában függvényében kerül meghatározásra a teszt itemeinek nehézsége vagy tartalma.
3. generáció: Folyamatos értékelés (*Continuous measurement*): állandó kalibrált mérések, amelyek dinamikusan határozzák meg a tanulók fejlődési pályáját.
4. generáció: Intelligens mérések: intelligens pontozás, egyéni profilok értelmezése és annak alapján fejlesztésre vonatkozó tanácsok szolgáltatása tanulóknak és tanároknak egyaránt.



20. ábra

Az elektronikus tesztelés generációi

(Forrás: Redecker és Johannessen, 2013. 82. o.)

Az 1. és 2. generációs tesztek (1990-2012) a hagyományos tesztek eredményesebb és hatékonyabb kiközvetítését, adminisztrációját tették lehetővé (Martin, 2008). Tradicionális papír alapú tesztek kerülnek alkalmazásra automatizált adminisztrációval és/vagy pontozással, jellemzően feleletválasztós kérdések vagy rövid válaszokat igénylő feladatok formájában. A komplex, valós élethelyzetek a teszten belül az itemek szövegében kerülnek reprezentálásra. Jelenkorra az értékelési eszközök gazdagodtak, bővültek, több autentikus feladatot tartalmaznak. Olyan konstrukciók jönnek létre, amelyek korábban nehezen értékelhető, vagy az információs társadalomban újonnan megjelenő képességek mérését teszik lehetővé (Pellegrino, 2010 idézi Redecker és Johannessen, 2013). Az első generációs CBA különböző oktatási célok mentén már széles körben alkalmazott, különösen az USA-ban (Csapó és mtsai, 2012), de egyre jellemzőbb Európában is (Moe, 2009 idézi Redecker és Johannessen, 2013).

Az adaptív tesztelés régóta népszerű az USA-ban, ahol általános és középiskolákban (Bennett, 2010; Bridgeman, 2009; Csapó és mtsai, 2011 idézi Redecker és Johannessen, 2013), illetve felsőoktatásba való felvételi eljárásban is használják (Bridgeman, 2009 idézi Redecker és Johannessen, 2013).

Az elektronikus tesztelés fejlődésének egyik fontos pontja, hogy az automatizált értékelési technikák a hosszabb szöveges válaszok esetében sokat fejlődnek (Noorbehbahani és Kardan, 2011; He, Hui és Quan, 2009 idézi Redecker és Johannessen, 2013). Az automatizált értékelés drámaian csökkenti az idő és költség igényét az olyan komplex képességek mérésének esetén, mint a szövegalkotás. Azonban az eljárást számtalan kritériumnak megfelelően validálni kell és elfogadtatni a teszt megoldókkal és egyéb érdekeltekkel (Amelung, Krieger és Rösner, 2011 idézi Redecker és Johannessen, 2013).

A szerzők szerinti jelenlegi fő kihívás, hogyan valósulhat meg az átmenet a következő két kategóriában. Az elkövetkező generációk a beágyazott értékelés (*embedded assessment*) korszakához kapcsolódnak. A beágyazottság arra utal, hogy a tanulási tevékenységbe integrálódnak az értékelési módszerek és nem attól teljesen független, a tanulás után végzett folyamatok. Ez a fajta értékelés a tanulás elemzésén (*learning analytics*) alapul: azaz a tanulókhoz tartozó adatok interpretációján, amelyben felméri a tanulók előmenetelének állapotát, a jövőre vonatkozóan becsléseket adnak, és olyan instrukciókkal látják el a tanulókat, illetve a tanáraikat, amelyek a leghatékonyabb személyre szabott fejlesztést szolgálják.

Automatizált, személyre szabott visszajelentési köröket biztosít, folyamatosan követi a tanulók fejlődési szintjeit, intelligens elektronikus tutorok segítik a tanulási folyamat irányítását. Az egyéni értékelés mellett megjelenik az önértékelés, egymás értékelése (*peer assessment*) és a csoportos tesztelési forma is, a hagyományos tesztelési környezetet felváltják a virtuális világok, laborok, szimulációk, játékok. A hatékonyság növelése érdekében a tanulóknak önszabályozó diákoknak kell lenniük (Nicol és MacFarlane-Dick, 2006 idézi Redecker és Johannessen, 2013), akik ellenőrzik munkájukat, hogy elősegítsék a saját fejlődésüket (Sadler, 1989 idézi Redecker és Johannessen, 2013). A transzformatív megközelítésű tesztek esetén a diákok komplex szimulációkban vesznek részt, az utasítások a tesztbe integráltak, és az új képességek vizsgálata érzékletesebb módon történik (Bennett, 2010). Bár a tanulóelemzési technika megvalósítása kísérleti szakaszban van, mégis sok szakértő szerint a beágyazott értékelés realitás lesz az elkövetkezendő időben (Johnson, Smith, Willis, Levine és Haywood, 2011).

Redecker és Johannessen szerint az átmenet a beágyazott értékelés korszakába a technológia fejlődése mellett egy konceptuális paradigmaváltást igényel az értékelés területén. Amíg a CBA első két generációja arra koncentrált, hogy hogyan lehet a tesztelési folyamat hatékonyságát számítógéppel növelni, addig a 3. és 4. generációs tesztelés feladata, hogy hogyan integrálja zökkenőmentesen a holisztikus és a személyre szabott értékelést a tanulási folyamatba. A beágyazott értékelésben az elektronikus tanulási környezet folyamatosan monitorozza és irányítja a tanulókat, egybeolvasztja a szummatív és formatív értékelést. A formatív értékelés feladata, hogy adatokat gyűjtsön a tanuló előmeneteléről és befolyásolja a tanulás-tanítás módszerét, prioritásait, míg a szummatív, hogy a munka végén megítélje a tanulók teljesítményét (NACCCE, 1999 idézi Redecker és Johannessen, 2013).

A formatív értékelést a szerzők a 21. századi tanulási környezet egyik központi jellemzőjének tulajdonítják. A tanulóknak rendszeres és információgazdag visszacsatolásra van

szükségük, a tanárokkal egyetemben, hogy megértsék, ki hogyan tanul és milyen tanulási folyamatot igényel. Az értékelési eljárások a hagyományos oktatásban tradicionálisan arra fókuszálnak, hogy a tudást és a tényeket vizsgálják a formális tesztek segítségével (*Cachia és mtsai, 2010* idézi *Redecker és Johannessen, 2013*) és nem történik meg a „soft skillek” (személyes és szociális kompetenciák) mérésére. A IKT eszközök evolúciója mélyen átalakítja a társadalmat, és új szükséges kompetenciákat teremt. Olyanokat, mint a problémamegoldás, reflektáció, kreativitás, kritikai gondolkodás, tanulás tanulása, kockázat elemzés, kollaboráció és vállalkozási képességek (*Council of the European Union, 2006*). Ahhoz, hogy fejleszthetőek legyenek ezek a képességek, az értékelési stratégiáknak át kellene alakulniuk úgy, hogy miközben tényszerű tudást mérnek, a kevésbé kézzelfogható képességeket is rögzítik.

A 4. generációs tanulási rendszer képes lesz azonnali és érvényes visszajelzést és tanácsot adni a tanulónak és tanárnak (szülőnek) a jövőbeni tanulási stratégiára vonatkozóan, a tanuló egyéni szükségleteinek és preferenciáinak megfelelően. Ilyen módon az explicit tesztelés elavulttá válhat. Ez a konceptuális változás az elektronikus teszteléssel parallel módon értelmezhető a tudásról a kompetencia alapú tanulásra való váltással (*Eurydice, 2012* idézi *Redecker és Johannessen, 2013*). A 3. és 4. generációs tesztek lehetővé tehetik az olyan komplex és transzverzális készségek és képességek mérését, amelyek a 21. századi munkához és élethez elengedhetetlenek. Azonban ahhoz, hogy ki lehessen használni ezeket a lehetőségeket, a mérésnek jobban személyre szabottnak és a tanulási folyamathoz kapcsolódónak kell lennie, állapítják meg a szerzők.

Generációs elméletek szintetizálása

A bemutatott három generációs elmélet az elmúlt 25 év tapasztalatait és elképzeléseit rögzíti a technológia alapú mérés történetéről, jelenéről és jövőjéről. Ezek a modellek nem mondanak egymásnak ellent, ugyanakkor az egymásból következés, építkezés vagy a korábbiak későbbiekben való tartalmazása sem megfelelő megállapítás. A hangsúlyok meghatározásában, az események időbeli elhelyezésében mutatkoznak meg a lényeges különbségek. *Redecker és Johannessen, Bunderson, Inouye és Olsen* négy, míg *Bennett* három generációt különböztet meg. Az első periódusban mindannyiuk szerint a teszt médiumának cseréje a legjelentősebb változás, a hagyományos papír alapú tesztek zártvégű (leggyakrabban feleletválasztós itemek) és rövid választ igénylő nyílt végű feladatai kerülnek átültetésre, amelyekhez technológiai kihívásoktól mentesen társítható az automatizált pontozás. *Bennett* szerint a jövőre nézve a legfontosabb hozadéka ennek a generációnak az az infrastruktúra, amelyekre a későbbi generációk is tudnak alapozni.

Redecker és Johannessen, illetve Bunderson, Inouye és Olsen a következő generációt a tesztelés algoritmusának megváltozásához, az adaptív tesztelés megjelenéséhez kötik. *Bennett* következő generációját az adaptív tesztelésen túl a multimédiás elemek megjelenéséhez, a válaszadási formák bővüléséhez és a pontozási eljárások fejlődéséhez rendeli. Ezek az elemek nem kerülnek külön kiemelésre a másik két modellben, ugyanakkor a *Redecker és Johannessen* SAMR modelljében megfeleltethetők a második fejlődési szakasznak, amikor a technológia már funkcionális fejlődéssel helyettesíti a korábbi eszközt.

A következő két, illetve egy generációval kapcsolatban mindhárom elmélet egyetért, hogy a tesztelés és az oktatás jobban össze fog fonódni egymással a jövőben, illetve ez úgy is

megfogalmazható, hogy újra összekapcsolódnak, hiszen az 1920-as évekre gondolva az oktatógépek esetében erre láttunk példát. Így a szummatív tesztekések mellett a folyamatos formatív értékelésnek is fontos szerepük lenne elektronikus mérési környezetben. Lehetőségessé válna, hogy tanulókat, tanárokat és szülőket az egyéni tanulói szükségleteknek megfelelően, fejlődésével kapcsolatos valós időben információval lássanak el, ami azonnali beavatkozást és nagyobb személyreszabást tehetne lehetővé, megvalósítva a diagnosztikus értékelések magasabb szintjét. A mérések tartalmi kerete megváltozna, és több komplex kognitív képességet és eddig technológia segítségével nem mérhető szociális képességet is lehetne értékelni.

Redecker és Johannessen radikálisan úgy közvetíti ezt, hogy ha nem történik változás a mérés-értékelésben, akkor „veszélyes, hogy a nevelési gyakorlat és az értékelés eltávolodnak egymástól” (*Redecker és Johannessen*, 2013. 89. o). Véleményük szerint a mérés-értékelés szerepének és az arról való gondolkodásnak kell megváltoznia, ez pedig csak paradigmaváltással lehetséges, amely a technológiai innovációtól függetlenül is végrehajtható. Ezzel hívják fel a figyelmet, hogy az újradefiniálás nem (csak) technikai kérdés, a tanítás-tanulás reformfolyamatainak megkezdéséhez a megfelelő platform már rendelkezésre áll. Ahhoz, hogy teljes mértékben ki legyenek aknázva az új tanulási eszközök és a beágyazott értékelési lehetőségek, szerintük a politikának és a pedagógiának reflektálnia kell a konkrét tanulási és értékelési igényekre, párbeszédet kell kezdeményezni a technológiai fejlesztőkkel, hogy biztosítsák a 21. századi tanulást. Ezért a kutatásoknak nem csak arra kell összpontosítaniuk, hogy milyen módon növelhető a technológia alapú tesztelés hatékonysága, biztosítható az érvényessége, hanem figyelmet kell fordítani, hogyan lehet a különböző pedagógiai megközelítéseket a különböző elektronikus mérési stratégiákba alkalmazni.

Határozottan fogalmaz *Bennett* is, aki szerint a valódi reformok akkor várhatóak a technológia alapú teszteléstől, ha jelentősen többet tud kínálni, mint a papír alapú változata. Ehhez azonban nem elég a papír alapú mérésből kiindulni, hanem „újra fel kell találni a tesztelést” az új szükségleteknek megfelelően, és akár olyan célokat megvalósítani, amelyek eddig elképzelhetetlenek voltak. *Bennett* afféle ördögi körben látja az elektronikus tesztelés terjedését: addig, amíg nem kínál többet a technológia, nem tud elterjedni, nem nő a technológia alapú tesztelés népszerűsége, amelynek hiánya a jelenben viszont a fejlődési folyamatokat akadályozza.

A technológia alapú tesztelés fejlődési sebességének mérsékelt ütemét igazolja, hogy a technológia rapid sebességű fejlődését nem követte az elektronikus tesztelés. Ezt igazolja, hogy egy 1989-es fejlődési modell a mai napig jól megállja a helyét, és az abban bemutatott négy generáció közül kettő még egyértelműen a jövőhöz rendelődik. *Bunderson, Inouye és Olsen* és *Bennett* óvatosságból (vagy tudatosan) nem helyezi el idősíkon a víziókat. Ellentétben *Redeckerrel* és *Johannessennel*, akik az első generációt 1990-2000-re, a második generációt 2000-2013-ra pozicionálják. Az általuk előrejelzett fordulópontot, paradigmaváltást cikkük megírásának dátumához, 2013-hoz időzítik, amelynek realitását könnyű kétségbe vonni. A szerzők úgy fogalmazzak, hogy hiányzik a pedagógiai vízió, ami elmozdíthatná a mérés-értékelési gyakorlatot a régi számítógép alapú tesztelésről az új beágyazott tesztelés irányába (*Redecker és Johannessen*, 2013. 80. o). A megvalósulási oldaláról további komoly kérdéseket, illetve kétségeket támaszt a „*Learning Analytics*” technikai megvalósítása.

Az ezt követő két generációt is 10 éves időintervallumokkal képzelik el. A fogalmi váltásnak akkora jelentőséget tulajdonítanak, hogy modelljükben a 2013 utáni korszakot már nem is számítógép alapú tesztelésnek, hanem beágyazott tesztelésnek nevezik, pedig a beágyazott is számítógép alapon történne, illetve az elnevezésben a számítógép a technológiára utal, nem pedig a tesztelés felhasználásának a módjára.

Összességében elmondható, hogy a változások, fejlődések sokszor párhuzamosan történnek, így akár egy mérési intézetet több generáció is jellemezhet. Egyidőben vizsgálják, hogy a korábbi papír alapú tesztjeik milyen megbízhatósággal alkalmazhatók számítógépes környezetben, ezek közül egyeseket, hogyan lehetne adaptívvá tenni, hogyan lehet multimédiás elemeket a tesztekbe építeni, milyen információgazdag, diagnosztikus visszajelzéseket biztosíthatnának, hogyan ágyazhatók játékokba a feladataik, adatbányászati eszközökkel tesztjeikből milyen többlet információhoz juthatnának. Az átállási folyamatok, generációk időben akkor távolodhatnak el jobban egymástól, ha olyan országokat vizsgálunk meg, mint az Amerikai Egyesült Államok, ahol több évtizedes története van az elektronikus tesztelésnek ellentétben Magyarországgal, ahol 2008-ban kezdődött el a technológia alapú tesztelés, és jobban fedik egymást az egyes generációk.

1.3.2. Az elektronikus tesztelés nemzetközi és magyarországi implementációi

A generációs elméleteket követően ebben a fejezetben a tapasztalható valóságot jellemzem, bemutatva, hogy a magyarországi (és egyben a világ többi országának) mérési gyakorlatot leginkább meghatározó Amerikai Egyesült Államokban és Európában milyen elterjedtsége van az elektronikus tesztelésnek, milyen típusát alkalmazzák, milyen célokkal, milyen szervezeti keretek között. A nemzetközi helyzet feltérképezése után a magyarországi gyakorlat kerül vizsgálat alá. Az elmúlt évtizedekben a pedagógiai értékelés mindenekelőtt a makro-folyamatokban ért el látványos eredményeket, így az elektronikus tesztelés irányába mutató prosperációt is ezen a téren kell keresnünk. Alapvetően két irányzatot érdemes fókuszba állítani, a nemzeti mérésekét, amelyeket az országok saját oktatási szervezetei koordinálnak, illetve a nemzetközi mérésekét, amelyek nemzetközi szervezetek irányításával kontinenseken átívelő tesztelést valósítanak meg. A különböző nemzetközi felmérésekben résztvevő országok számára lehetőség nyílik, hogy állandó jelleggel összehasonlítsák különböző területeken saját oktatási rendszerük eredményességét más országokéval. A hasonló helyzetű országokkal való összevetések, a teljesítményben megmutatkozó trendek alkalmasak arra, hogy az adott ország hatalmi aktorai oktatáspolitikai rendelkezéseket tegyenek, avagy visszajelzést kapjanak azok hatásairól (Csapó és mtsai, 2009). A mérés-értékeléssel foglalkozó nemzetközi szervezetek és intézetek (pl.: IQB, CITO, ETS, NCES, OECD) jelenkori kiemelt törekvései közé tartozik a technológia alapú mérés-értékelés bevezetése, oktatási folyamatba történő integrálása (Molnár, 2010). A következőkben a két legnagyobb nemzetközi empirikus adatokra támaszkodó mérés-értékelési programokat vezető IEA és OECD szervezetet és migrációs helyzetüket mutatom be.

Nemzetközi mérések – IEA

A szputnyik sokk (1957) utáni időszak egyik legnagyobb politikai következménye az oktatási rendszerek vizsgálata lett, amelyek szorgalmazásában az USA vezető szerepet töltött be. Az ilyen tapasztalatok iránt egyébként is érdeklődés mutatkozott a szakemberek irányából:

az adott országok minisztériumi illetékesein kívül, az oktatási folyamat tervezői, még inkább a döntéshozók igényelték és igénylik folyamatosan az oktatás hatékonyságát leíró mutatókhoz való rendszeres hozzáférést. Így jöhettek létre a világ vezető pedagógiai kutatóintézetei, valamint az UNESCO Pedagógiai Intézet kezdeményezésére a legmodernebb kutatási technikákkal végzendő nemzetközi kvantitatív kutatásokért felelős szervezet, az IEA (1961). 1970-ben már 24 ország intézményei tartoztak a szervezethez; a 90-es években a tagországok száma 30-ra emelkedett, az európai és észak-amerikai kontinens országai mellett különböző ázsiai és afrikai országok is megjelentek. Magyarország 1968-ban csatlakozott az IEA-hoz. Az IEA-vizsgálatok három fő területét: az olvasásmegértés, a matematikai és a természettudományos tudás vizsgálatai jelentik (Mihály, 2000). Kezdetben FIMS (1963-67), SIMS (1979-83) majd végül TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) néven (1995-) vizsgálja az IEA a tanulók matematikai és természettudományi képességeit, amelyek a legutóbbi névváltozás után négyévente ismétlődnek. A PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) ötévente vizsgálja a tanulók szövegértését 2001-től kezdődően. Az IEA két legfontosabb vizsgálata közül a PIRLS negyedikes, a TIMSS negyedikes és/vagy nyolcadikos tanulók képességeit vizsgálja. A PIRLS 2011 vizsgálatban összesen 49 ország vett részt, a TIMSS vizsgálatban 64 ország mérte meg magát egyik vagy mindkét évfolyamon (Balácsi, Balkányi, Bánfi, Szalay és Szepesi, 2012).

Az utóbbi években mind a TIMSS, mind a PIRLS esetében egy-egy tanároknak és iskoláknak szóló kérdőív erejéig már kipróbálták a számítógép alapú tesztelést, de diákok körében egyelőre csak pilot vizsgálatokat alkalmaztak. 2006-ban végzett SITES (*Second Information Technology in Education Study*) vizsgálatok arra is alkalmat teremtettek, hogy adatot gyűjtsenek arra vonatkozóan, hogy az iskolák készek-e a számítógép alapú vizsgálatok bevezetésére (Law, Pelgrum és Plomp, 2008). Az ICILS (*Computer and Information Literacy*) projekt keretein belül 2013-ban számítógépek használatával mérték fel a tanulók IKT-műveltségét. Az IEA 2016-ra tervezi a PIRLS választható moduljaként a web-alapú olvasás mérését (ePIRL, IEA, 2013). A TIMSS esetében pedig a cél az, hogy a 2019-es mérésben résztvevő országok eldöntsék, hogy készen állnak-e számítógép alapú tesztelésre. Amennyiben igen, akkor számukra adott a TIMSS elektronikus változatának lehetősége az eTIMSS (Mullis és Martin, 2014). A szervezet fejlesztéseket, próbaméréseket végez, migrációs terveket, stratégiákat készít annak érdekében, hogy biztonságosan valósíthassa meg az áttérést technológia alapú mérésre.

Nemzetközi mérések – OECD

Az OECD egy olyan globális gazdasági együttműködési és fejlesztési szervezet, melynek célja, hogy segítse a tagállamokat a legeredményesebb gazdasági és szociális politika kialakításában és értékelésében. 1961-ben alapították, jelenleg 34 tagállammal bír, Magyarország 1996-ban csatlakozott. A szervezet többek között egy Oktatáskutató és Innovációs Központot is működtet 1968 óta. Ennek célja, hogy az oktatás és a tanulás eredményeit a politika és egyéb szektorokhoz való kapcsolódásuk tükrében vizsgálja, kulcsindikátorok segítségével. Továbbá jövőre vonatkozó elemzéseket készítsen nemzeti, nemzetközi kulturális, szociális és gazdasági trendekre vonatkozóan, illetve elősegítse a gyakorlati együttműködést az egyes tagországok között a közérdekű oktatási problémák

megoldása érdekében (Mihály, 2000). 2000-től az OECD oktatási mérései közül a PISA program emelkedik ki, amely a 15 éves korosztály kognitív és affektív tudáselemek (pl.: tanulói motiváció és attitűd, a tantárgyközi kompetenciák, másrészt olvasás, matematika és természettudományos műveltség) értékelését állítja középpontba. A mérések háromévente követik egymást, és minden egyes mérés alkalmával egy-egy műveltségi terület kap nagyobb hangsúlyt, a szövegértés, matematika és természettudomány ismétlődő sorrendjében. Az érdekesség, hogy a PISA mérésekben nemcsak az OECD tagállamok vesznek részt, a legutóbbi 2012-es mérés alkalmával a 34 alaptaggal együtt összesen 65 országban oldották meg a tesztek (Balázsi és mtsai, 2013).

2006-ig a PISA vizsgálatok kizárólag papír alapúak voltak. A technológia alapú tesztelés bevezetését tervezve először papír alapú kérdőívekkel vizsgálták meg, hogy a tanulók készek-e az elektronikus tesztelésre. Felmérték a tanulók hozzáférési lehetőségeit, számítógéphasználati szokásait, számítógéppel kapcsolatos attitűdjüket, hogy bizonyos számítógépes műveleteket milyen gyakran végeznek, és mennyire érzik ezekben magabiztosnak magukat (OECD, 2005). A PISA történetében először 2006-ban valósult meg számítógép alapú tesztelés. A természettudományi tudás számítógépes felmérése (*Computer-Based Assessment of Science*, CBAS) programban való részvétel opcionális volt, melyhez három ország (Dánia, Izland, Korea) csatlakozott. Az azonos feltételek biztosításához a résztvevő iskolákba a mérési intézetek szállították a tanulók által tesztelésre használt laptopokat. A tesztek csak zártvégű feladatokat alkalmaztak (OECD, 2010). A következő, 2009-es ciklusban az elektronikus szövegek olvasása (*Electronic Reading Assessment*, ERA) tesztelés jelent meg választható modulként. Ekkor már 19 ország vállalt részvételt Magyarországgal együtt. Ebben az esetben az iskolák saját infrastruktúráját használták fel, pendrive-okat szállítottak ki az iskolákba, amelyek tartalmazták a tesztprogramot, illetve rögzítették az adatokat. A fejlesztéseket TAO rendszerben végezték el (OECD, 2011). A PISA mellett az OECD szervezésében 2011-ben végezték el a felnőttkori készségek vizsgálatára irányuló PIAAC méréseket. A mérésben 27 ország 16 és 65 év közötti polgárai vettek részt (Magyarország nem csatlakozott), legalább 5000 fővel országonként. Három fő műveltségi területen vizsgálták a felnőttek képességeit: szövegértés és -használat, számolás és technológiailag gazdag környezetben végzett problémamegoldás (OECD, 2012). A 2012-es év már egy új korszak kezdetét is jelentheti. Ezt tanúsítja az a fokozódó érdeklődés, amelynek következtében erre az évre már 32 résztvevője lett a PISA számítógépes matematika, digitális szövegértés és komplex problémamegoldás mérésének. Ez utóbbi vizsgálatban olyan interaktív feladatok is szerepeltek, amelyek csak számítógép alapon voltak kivitelezhetőek. A képességek mérése technológiailag gazdag környezetben nem várt eredményekkel is járt. Bebizonyosodott, hogy a gyakori IKT eszközhasználat nem jelent fejlett IKT műveltséget, az elektronikus médiumon elért eredményeink jóval a várt alatt maradtak (Balázsi és mtsai, 2013; Csapó, 2015).

A legújabb fejlesztési irányok túllépnek az egyéni vizsgálatok körén, és az online csoportos mérésekre koncentrálnak. A 2015-ös PISA mérések a kollaboratív problémamegoldás (*Collaborative Problem Solving*, CPS) mérését állítják középpontba. A tervek szerint a tanulók szimulált résztvevőkkel fognak együttműködni (OECD, 2013).

A PISA tervei szerint a következő felmérési ciklusokban a számítógép egyre nagyobb hangsúlyt kap, és belátható időn belül a papír alapú tesztelés fog kisebb szerepet betölteni. A szervezet szakértői ettől többek között azt várják, hogy csökken a szervezési költség, bővülhet a résztvevők köre, és az adatok a mostaninál jóval hamarabb rendelkezésre állnak.

A két szervezet céljai egyértelműek, ugyanakkor érdemes azt is megjegyezni, hogy az átállási folyamatokat elhalasztják, késleltetik. Ennek az óvatosságnak az az oka, hogy teljes biztonságra törekednek. Egyrészt az iskolák diverz infrastrukturális paramétereitől tartanak, másrészt attól, hogy van-e médiahatás, és az hogyan befolyásolja az eredményeket. A jelenlegi stratégiáikat az jellemzi, hogy fenntartják mindkét tesztelési formát, a számítógép alapút opcióként, amely költséges megoldás ugyan, de kevesebb kockázatot rejt.

Nemzeti mérések – USA

A nemzetközi mérések mellett megfigyelhető a nemzeti, oktatási rendszerszintű, intézményszintű értékelést megvalósító mérések kiépülése. A nemzeti felmérések sok országban, így nálunk is évenkénti gyakoriságúak, egyre szélesebb korosztályt ölelnek fel. Négy kontinensen (Amerika, Ausztrália, Ázsia és Európa) jelentős mértékű a technológia mérésbe való implementációja is. Az egyes országok közötti elterjedtségben a legmeghatározóbb tényező, hogy milyen mértékben integrálják az IKT eszközöket az oktatási rendszerükbe, mekkora ennek a folyamatnak a megállapított fontossága (Csapó és mtsai, 2012).

A korábbiakban leírtakkal összhangban az átállási folyamatok élén az Amerikai Egyesült Államok áll. Wang és Shin már 2009-ben azt állapította meg, hogy a számítógép alapú tesztelés kezd népszerűbb lenni, mint a papír alapú, köszönhetően az előnyeinek (Wang és Shin, 2009). Ezt a népszerűséget jól mutatja, hogy iparágak épültek a technológia alapú tesztelés köré, amelyek kizárólag digitális feladatok írásával, különböző tesztelő szoftverek készítésével, fejlesztésével foglalkoznak (Molnár, 2010). Az Egyesült Államok oktatási rendszerét 2002-től meghatározó *No Child Left Behind* (Egy gyermek sem maradhat le, NCLB) oktatási törvény sarokköve a mérés-értékelés és azon belül is kiemelt helye van a technológia alapú módnak (Poggio, 2005). A *National Center for Education Statistics* (NCES) már 1999-ben megbízást adott ki a NAEP-nek (*National Assessment of Educational Progress*), hogy vizsgálják meg a *Nation's Report Card* (az USA országos, nemzeti mérése) számítógép alapú tesztelésre történő átültetés lehetőségeit. Ez három terület online felmérését jelentette az *Educational Testing Service*-szel együttműködve (ETS) 2001, 2002 és 2003-ban: matematika, fogalmazás (*writing*) (Sandene, Horkay, Bennett, Allen, Braswell, Kaplan és Oranje, 2005), problémamegoldás technológia alapú környezetben (Bennett és mtsai, 2007) 4., 8., és 12. osztályos tanulókkal. A mérések során papír alapú felvételek is történtek, amelyek a két médium összehasonlítását tették lehetővé. A szervezet a jelenben is folyamatosan bővülő területeken, mintaelemszámmal; különböző technológiák alkalmazásával valósítja meg az áttérést. A NAEP jövőre vonatkozóan is nagyívű tervekkel bír, 2020-ig szeretnék minden egyes tantárgyukhoz tartozó tesztjüket technológia alapon kiközzéteni úgy, hogy platformként tabletet alkalmaznának (Cavanagh, 2014).

A *Nation's Report Card* mellett számtalan példát találunk arra vonatkozóan, hogy technológiát használnának nagymintás szummatív mérések esetén. 2006-2007-ben az USA-ban 23 állam kínál számítógép alapú mérést. 2011-ben az állami iskolák 72% foglalkozott online

teszteléssel. Az USA-ban az egy számítógépre jutó diákok száma 3,1 (Bennett, 2011), ami megfelelő infrastrukturális háttérrel jelent a megfelelő elterjedtséghez. Általános és középiskolás szinten a legnagyobb számítógép alapú tesztelés a *Measures of Academic Progress* (MAP, *Northwest Evaluation Association*). A MAP adaptív online tesztelést kínál szövegértés, matematika és nyelvi készségek (*language usage*) területén általános és középiskolákban. Az államok közül kiemelkedik Oregon és Virginia. Előbbiben több mint 1,5 millió online tesztet végeznek évente az általános és középiskolákban (*The Oregon Assessment of Knowledge and Skills, OAKS*). Számítógép alapú adaptív tesztelés legalább 3000 körzetükben volt elérhető olvasás, matematika, természettudomány és a szociológiai (*social sciences*) műveltségi területeken. 2008 és 2009 között 650 ezer tanulót teszteltek online, míg papíron csak 461-et. Kijelenthetjük a papír alapú tesztelés kivétel lett ebben az államban. Virginiában 2000 és 2010 között folyamatosan nőtt az online tesztelés népszerűsége; 2009 és 2010 között a tesztek 78%-a volt online és 22%-a papír alapú (*Virginia Standards of Learning tests, Virginia Department of Education*). Emellett több mint 30 féle online tesztelést hajtottak végre (Bennett, 2011).

Az Egyesült Államokban két jól ismert felsőoktatáshoz tartozó felvételi teszt létezik a SAT (*Scholastic Aptitude Test*) és az ACT (*American College Testing*). Ezeken mintegy 300,000 diák felvételizik papíron az egyetemekre, közel 3,000 tesztközponton keresztül, évi 6-8 alkalommal. Az ACT-ot körülbelül évente összesen 1,7 millió, a SAT-ot körülbelül 1,6 millió diák oldja meg. 2015 tavaszától az ACT átáll számítógép alapra, egy ideig azonban még lehetővé teszi a papír alapú tesztelést is. A SAT alapvetően papír alapú, de bizonyos városokban már elérhetőek a számítógép alapú változatok is, és a jövőre vonatkozóan tervezik az áttérést (Lewin, 2013).

További példák az amerikai felsőfokú számítógép alapú vagy számítógép alapon is elérhető képesítési rendszerekre:

- Architect Registration Examination (Építész felvételi vizsga, ARE)
- Armed Services Vocational Aptitude Battery (Fegyveres szolgálatok alkalmassági vizsga, ASVAB)
- Automotive Service Excellence (Autóipari szolgáltatások minősítés, ASE)
- Graduate Management Admission Test (Érettségi, felvételi teszt, GMAT)
- National Board for Professional Teaching Standards (Nemzeti standadizált professzionális tanári vizsga, NBPTS)
- Professional Assessment for Beginning Teachers (Kezdő tanároknak vizsga, PRAXIS-PSST)
- Uniform Certified Public Accountant Examination (Egységes, minősített könyvelői vizsga)
- United States Medical Licensing Examination (Egyesült Államok orvosi vizsga, USMLE)

Az Egyesült Államokhoz kapcsolódik, de hazánkban is ismert nyelvvizsga, a TOEFL (*Test of English as a Foreign Language*, ETS) tesztelése is számítógépen zajlik (iTOEFL). A vizsga különlegessége, hogy annak mind az esszé, mind a szóbeli részének értékelését számítógép végzi. Utóbbi esetén egy mikrofon segítségével rögzítik a vizsgázó szóbeli feleletét, majd azt különböző szoftverek segítségével elemzik (Csapó és mtsai, 2012).

Európa mérési gyakorlata kisebb múltra tekint vissza, de az utóbbi évtizedben látványosan nagyobb szerepet kaptak a nagymintás, szummatív értékelések. Emellett Európában is kutatások tárgya lett a számítógép alapú tesztelés bevezetése, a technológia mérés-értékelés folyamatába történő integrálása, számítógép és papír alapú tesztelés összehasonlítása, új generációs értékelési módszerek kidolgozása (Molnár, 2010). A technológia alapú tesztelésnek nagy lendületet ad, hogy az Európai Unió is támogatja a megvalósulását, ösztönzi a tagállamokat az áttérésre. A folyamatot többféle eszközzel támogatja, például workshopok szervezése (Scheuermann és Pereira, 2008; Scheuermann és Björnsson, 2009), nemzetközi együttműködési program elindítása a *Joint Research Center* keretében.

A különböző források (pl.: Csapó és mtsai, 2012) egyetértenek abban, hogy Európában Luxemburgban a legelterjedtebb a számítógép alapú tesztelés. Rendelkezésükre áll egy a teljes populációt mérni tudó országos online mérési rendszer, amely tanárok számára visszajelentést is biztosít (Plichart, Latour, Busana és Martin, 2008). Az áttérés érdemeihez azonban az a tény is hozzátartozik, hogy Luxemburg lélekszáma alacsony, egy teljes évfolyam összesen 5000 tanulót jelent, így a problémaszintek is, amivel meg kellett küzdeniük a szakembereknek, kisebbek voltak. Az általuk fejlesztett TAO mérési rendszerüket adaptálta az OECD az ERA, illetve a PIAAC mérései esetében.

Ennek a rendszernek, vagy egyes moduljainak az átvételén, fejlesztésén dolgozik több más európai ország is. Többek között a német DIPF munkacsoportja is, akik ezzel a német nemzeti értékelési rendszer technológia alapú megvalósítását készítik elő. Az 1.1.2 fejezetben említetten a munkacsoport TBA projektje egy speciális itemfejlesztő modult készített, amely dinamikus tesztkörnyezetet valósít meg (Wüstenberg, Greiff és Funke, 2012). Ezenkívül kutatásaik középpontjában áll az adaptív tesztelés megvalósítása, visszajelentési körök biztosítása (Csapó és mtsai, 2012).

Angliában a *Qualifications and Curriculum Authority* (QCA, Képzési és Tantervi Hatóság) közzétette a 2005-ös stratégiai döntését, mely szerint támogatják az elektronikus tesztelést. Döntésüket a technológia alapú tesztelés előnyeivel indokolták. Hollandiában a CEVO (*Centraal Examencommissie Vaststelling Opgaven*) 2007-es nyilatkozatában szorgalmazza a technológia alapú tesztelésre való áttérést, ami jobb lehetőségeket biztosít az oktatási programoknak, képző helyeknek; a résztvevőknek vonzóbbá teheti a mérést a rugalmasabb vizsgaidőpontok és az egyszerűsített, automatizált adminisztrációs folyamatok miatt (Lent, 2009). Norvégiában szintén elterjedt az elektronikus tesztkörnyezet, ahol a PISA 2000 mérésen nyújtott teljesítmény hatására vezették be a nemzeti értékelési rendszert, azzal az irányelvvel, hogy az oktatáskutatók ezt igyekezzék minél hamarabb számítógép alapon kivitelezni (Moe, 2009).

Többek között az EU ajánlásainak következtében a nemzeti felmérések a legtöbb európai országban évenkénti gyakoriságúvá váltak. Ezek bevezetésével hozzájárulnak az oktatás elszámoltathatóságának fejlesztéséhez, az oktatási rendszerek hatékonyabbá tételéhez. A szummatív értékelés esetén a hatékony fejlesztés alapját a gyors visszacsatolási körök jelentik.

Az EU felismerve az elektronikus tesztelésben rejlő lehetőségeket egyrésztől szorgalmazza az egyes kormányoknak, hogy biztosítsanak megfelelő infrastrukturális hátteret az oktatási intézményekben, másrésztől tegyenek erőfeszítéseket a technológia alapú tesztelésre való áttérésre (Kozma, 2008).

A technológia alapú mérés-értékelés hazai fejlődése

A nemzetközi tendenciákat követően hazánkban is megkezdődtek az első számítógép alapú felmérések az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport vezetésével. A TAO rendszer implementálásával 2008-ban valósult meg az első nagymintás online tesztelés. A mérésben 5. évfolyamos diákok vettek részt (n=843) 24 település 34 iskolájából. Minden tanuló először papíron, majd néhány hét különbséggel számítógépen is megoldotta az induktív gondolkodás fejlettségét mérő tesztet. Ez az elrendezés biztosította, hogy diákszínten is összehasonlíthatóvá vált a tesztmédiium befolyásoló hatása. A tesztek mellett a tanulók és tanárok is kitöltöttek egy-egy háttérkérdőívet a tesztelés előtt, majd utána. Az első pilot lebonyolítása után tényszerűvé vált, hogy Magyarországon is meg lehet kezdeni a számítógép alapú teszteléseket és az arra irányuló nagy elemszámú kutatásokat. Az eredményeket lásd részletesen: *Csapó, Molnár és R. Tóth* (2008).

A kutatócsoport a „A diagnosztikus tanulói teljesítménymérések elektronikus alapra helyezését szolgáló eszközök adaptációja, kipróbálása” elnevezésű TÁMOP munkacsomag keretében folytatta az online tesztelésre összpontosító kutatását (*R. Tóth és mtsai*, 2011). A projekt során megtörtént a szükséges három nagy szerver üzembeállítása. A TAO platform implementálása során a luxemburgi szakértőkkel való együttműködés eredményeképp elvégezték a közvetítő felület nyelvének magyarra fordítását, százalékos formában történő azonnali visszacsatolást biztosító programrészt, illetve egy offline is működő feladatkészítő (*itembuilder*) modult. A fejlesztések során a rendszert terheléses próbatesztelésnek tették ki, hogy ellenőrizzék a megbízhatóságát. Nyílt forráskódnak köszönhetően a rendszer könnyen programozható, további itemtípusok (pl.: drag and drop), a képre kattinthatóság, a kép kijelölhetőségének problémáját, magyar karakterek kezelését és a rendszer böngészőfüggetlenítését oldották meg a szegedi fejlesztők. A tesztelést megvalósító TAO mellett annak egy kérdőívszerkesztő változata a TAO-CAPI adaptálása, illetve fejlesztése is megtörtént. A fejlesztések eredménye egy offline is működő, felhasználóbarát kérdőívszerkesztő program lett.

2009-ben folytatódott az online tesztelések három műveltségi területen (matematika, olvasás és problémamegoldás) és két évfolyamon (2. és 6. évfolyam) olyan elrendezésben, hogy lehetővé váljon a papír-ceruza és számítógép alapú tesztelés összehasonlítása. Az eredményeket elemző kutatók megállapították, lényeges kérdés a teszt médiumának vizsgálata, hogy ekvivalensnek tekinthetők-e az eltérő módon kikövetített teszteredmények. A vizsgálat jól azonosított olyan diákcsoportokat, akiknek a viselkedése nagyon, kevésbé vagy egyáltalán nem függött az alkalmazott közvetítő eszköz típusától. Az eredményeket lásd részletesen: *Hódi és R. Tóth* (2009).

2010-ben két lényeges online tesztelés történt, egyrésztől nagyobb mintán és szélesebb életkori spektrumban, 2-8. évfolyamos diákok induktív gondolkodásának felmérése (*Molnár, R. Tóth és Csapó*, 2010). Másodsorban ismételten sor került a három fő műveltségi terület

(matematika, természettudomány és olvasás) papír és számítógép alapú tesztelésére több ezer diák és több száz tanár részvételével. Matematika területén az összehasonlító vizsgálatok eredményeit lásd *Hülber* (2012). A tanároknak szóló nem lineáris kérdőív felvétele TAO CAPI kérdőívmodullal történt. A kérdőív a tanulói teljesítménymérések tanítási folyamatra vonatkozó hatását vizsgálta a pedagógusok nézetei mentén (*Tóth és Csapó*, 2010).

További fontos felmérés történt 2010 őszén – 2011 januárjában, amikor reprezentatív mérés során vizsgálták a számítógép alapú tesztelés széleskörű bevezetésének infrastrukturális lehetőségeit a magyarországi általános iskolákban. A kép Janus arcúnak mutatkozott: egyrészt az egy számítógépre jutó tanulók száma európai mércével átlagosnak mondható, azonban az elavult gépek aránya miatt inkább rossznak tekintendő a helyzet (*Tóth, Molnár és Csapó*, 2011). Ezzel párhuzamosan a korábbi online teszteléseket felügyelő tanárokat kérdezték többek között az IKT használati szokásaikról, online teszteléssel kapcsolatos attitűdjeikről, a tesztelés lebonyolításának sikerességéről és a diákok hozzáállásáról.

2011-ben történt meg először olyan itemtípus alkalmazása, amely papír alapon nem mérhető. A német DIPF csoport által fejlesztett MicroDYN adaptációját alkalmazták dinamikus problémamegoldó gondolkodás tesztelésére. A tesztet több ezer 6-11. évfolyamos diák oldotta meg. Az eredményeket lásd *Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó* (2012).

A tesztelési platformmal szemben támasztott igények, elvárások egy saját fejlesztésű tesztkörnyezet készítését indították el az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport vezetésével és folyamatos fejlesztésével. A szegedi műhelyben zajló tudásméréseket és kérdőíves adatgyűjtéseket 2011-től fokozatosan eltávolodva a papír-alapú mérési környezettől az új eDia online tesztrendszer valósítja meg (részletesen lásd: *Molnár*, 2015a). A platform megbízható működésének biztosítása után kiképzett feladatírók kezdték el felvinni a saját, több körben lektorált feladataikat, aminek köszönhetően egy nagy terjedelmű feladatbank felépítése vette kezdetét.

Az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport célja olyan diagnosztikus feladatbank készítése, amely az eDia platform segítségével a három fő műveltségi területen 1–6. évfolyamon értékeli a tanulókat. A cél, hogy matematika, olvasás, természettudomány műveltségi területen tízezer feladat álljon rendelkezésre, amelyből több ezer bemért, paraméterezett már jelenleg is készen van, alkalmazható. Az eDia rendszer részét képezi egy olyan visszajelző modul is, amely a tanárok és iskolaigazgatók számára szolgáltat információkat (*Molnár*, 2015a).

Az MTA-SZTE Képességkutató Csoportja által koordinált longitudinális vizsgálat sorozatában 2011-től kezdődtek meg az online mérések, a 2014-től belépő új első minta diákjainál pedig kizárólagos tesztmediumként a számítógépet alkalmazzák (*Csapó, Molnár és Nagy*, 2014).

2012-től kezdődően az MTA-SZTE Képességkutató Csoport mellett a szegedi Neveléstudományi Intézet és Neveléstudományi Doktori Iskola kutatásaihoz tartozó tesztek domináns közvetítő eszköze online alapú lett. Ebben az évben került sor jelen disszertáció alapját jelentő online adatgyűjtésre matematika műveltségterületén. Ez a mérés valósította meg az első magas elemszámú (n=22715) online mérést Magyarországon. Igazolva, hogy mind az eDia rendszer, mind a hazai infrastrukturális viszonyok alkalmasak reprezentatív online mérések elvégzésére.

2013-tól kezdve jellemzővé válnak a papíron nem megvalósítható tesztelések, megkezdődik a számítógépes tesztelés előnyeinek teljes körű kihasználása. Megvalósul többek között online formában az adaptív tesztelés (Magyar és Molnár, 2013), multimédiás elemek alkalmazása (Asztalos és Csapó, 2014), kollaboratív problémamegoldás értékelése (Molnár, Greiff, Wüstenberg és Fischer, 2014), óvodások mérése (Csapó, Molnár és Nagy, 2014), térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel (Babály, Budai és Kárpáti, 2013), fogalmazás vizsgálat (Nagy, 2014).

Magyarországon a nemzeti méréseket az Oktatási Hivatal szervezi Országos kompetenciamérés néven matematika és szövegértés területén jelenleg 6., 8. és 10. évfolyamon, évenként. Jelenleg papír alapon folynak a mérések, előkészületi szakaszban van, hogy a későbbi tesztelések elektronikus alapon történjenek (Molnár, 2013). Az Oktatási Hivatal szándékát igazolja, hogy a TÁMOP-3.1.8-09/1-2010-0004 pályázatuk keretében a SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport helyzetelemzést készített a mérési-értékelési rendszer elektronikus alapokra helyezésével kapcsolatosan (2013-2014). A pályázat keretében felmérésre került az iskolák eszközparkjának helyzete (Molnár és Pásztor-Kovács, 2015) és a számítógép alapú tesztelés elfogadottsága pedagógusok és diákok körében (Molnár és Magyar, 2015).

A technológia alapú tesztelésre való áttérés nemzetközi és nemzeti tendenciáit elemezve, konklúzióként levonhatjuk, hogy a migrációs folyamatok lassan mennek végbe, megfontolt lépésekkel közelítenek az egyes országok a közös cél felé. A végállapot tekintetében nincsenek eltérések, mindenhol hosszútávon az elektronikus tesztelésben gondolkodnak. A jelenlegi helyzetkép azonban valószínűsíti, hogy a papír és technológia alapon történő adatfelvétel még sokáig párhuzamosan fog megvalósulni. A fokozatos eltávolodás elősegítése érdekében olyan kutatások szükségesek, amelyek megalapozzák az áttérés biztonságos véghezvitelét.

2. A PAPÍR ALAPÚ TESZTELÉSRŐL VALÓ ÁTTÉRÉS KÉRDÉSEI, VIZSGÁLATAI, SZABÁLYOZÁSA

2.1. Hogyan változik a tesztek alkalmazhatósága a technológia bevezetésének következtében? A módosító hatások azonosítása

Az 1.2. fejezet bemutatta, hogy a technológia tesztelésbe való implementációja hogyan képes megreformálni a mérés-értékelés gyakorlatát, és ezen a területen keresztül az oktatás folyamatának egészét is. A számtalan prosperációs lehetőség mellett a tesztelés technológia alapúvá tétele lényeges pszichometriai kérdéseket vet fel, problémák megoldását igényli. Az áttérés komplex folyamat, nem csupán logisztikai, technológiai, avagy anyagi feltételeket kell biztosítani a véghezviteléhez (Lent, 2009). A teszt kiközvetítésének, a válaszok rögzítésének és javításának gépesítésével felmerül a kérdés, hogy a technológia alkalmazása milyen módosító hatásokat fejt ki a tesztelésre, a tesztek eredményeire vonatkozóan. A teszt közvetítő médium befolyásoló hatását angolul *mode effect* vagy *media effect*, magyarul médiahatás kifejezéssel írjuk le (Clariana és Wallace, 2002). Azokban az esetekben, amikor a technológia nincs hatással a tesztelő válaszára vagy azok eredményére, akkor nem beszélünk ilyen problémáról. Tehát a számítógéppel segített tesztelésnél (CAA) például, amikor számítógéppel végezzük a feladatírást, tesztfejlesztést; automatikus, illetve félautomatikus itemgenerálást hajtunk végre, az eredmények rögzítésére, kódolására, elemzésére vagy a visszajelzések elkészítésére és visszajuttatására használjuk a technológiát, akkor nem feltételezzük, hogy az módosítaná a tesztelték eredményeit (Molnár, 2010).

Jelen fejezet két részből épül fel. Az elsőben a technológia alapú tesztelés bevezetéséhez tartozó kérdéskörök, a médiahatást befolyásoló tényezők kerülnek bemutatásra, majd az azt következőben a médiahatás azonosítására szolgáló módszer, a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlítása, ekvivalenciája képez központi szerepet.

2.1.1. A technológia alapú tesztelés bevezetéséhez tartozó kérdések

Validitásra vonatkozó kérdések

A tesztelés jóságmutatóira (validitás, reliabilitás, objektivitás) vonatkozó meghatározások természetesen a papír alapú értékelés kontextusából indulnak ki, abból, hogy a tesztelés médiuma egyféle lehet. Ezért ezeknek a mutatóknak a meghatározásai között nem találunk kifejezetten olyat, ami a tesztmédium megváltozásából eredő érvényességi, megbízhatósági, objektivitási megfelelést írná le. A témában kutatók a médiahatás kérdésének vizsgálatát tartalmi, konstruktum validitási (*construct validity*) problémaként kezelik. A konstruktum validitás az érvényesség legátfogóbb szintjeként értelmezhető. Megadásakor definiálni kell a mérni kívánt konstruktum tartalmi univerzumát, hogy mi tartozik a fogalomhoz és mi nem (Cronbach és Meehl, 1955).

Az egyik legfontosabb kérdés digitális alapon, hogy mérünk-e olyan technológiához kapcsolható tényezőt a vizsgált konstruktum mellett, amit nem szeretnénk. A kérdést befolyásolja, hogy a mért konstruktumnak részét képezi-e a technológiai jártasság, eszközhasználati tudás. Csapó és mtsai (2012) eszerint három alapesetet rögzítenek:

1. A technológia használata központi része a mérni kívánt konstruktumnak, nem mérhető annak használata nélkül. A korábban említettek közül ilyen például az ECDL vizsga.
2. A technológia csak a feladatok közvetítésében és rögzítésében jelenik meg. Ilyen például egy online induktív gondolkodást mérő teszt.
3. Ahol a technológia használata megkövetelt vagy részben megkövetelt a feladatok megoldásához. A problémamegoldás technológiailag gazdag környezetben (*problem solving in technology-rich environments*) mérése erre szolgáltat példát.

Az első esetben nem sérülhet az infrastruktúra megfelelő működése mellett a tartalmi validitás, mert a technológia felhasználása is az eredményesség része. A második esetben az eredmények egymással való összehasonlíthatósága érdekében biztosítani kell, hogy mindenki számára egyenlő feltételek álljanak rendelkezésre, és azt a technológia szerepe ne befolyásolhassa. A harmadik eset a legnehezebb, mert itt definiálni kell, hogy a konstruktum megragadásához milyen technológiahasználat releváns, és mi az, ami nem szükségszerű. Ennek megfelelően úgy kell megalkotni a tesztet, hogy az csak a szükséges technológia használatra épüljön és ne okozzon irreleváns varianciát (Csapó és mtsai, 2012), avagy az pontosan mérhető és ezáltal kezelhető legyen.

A technológia alapú tesztelés validitásával kapcsolatos kritikai megközelítések egy indirekt hatást is megfogalmaznak. Véleményük (pl.: Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008) szerint a technológia alapú tesztek elkészítésénél a tesztszerkesztők eltérő stratégiát alkalmaznak, szemben egy papír alapúval. Ahelyett, hogy olyan itemeket készítenének, amelyekkel a legjobban megragadható egy konstruktum, olyanokat állítanak elő, amelyek javítása automatizálható, legtöbb esetben zártvégű, így egyszerűbbé és költségkímélőbbé téve a tesztelést. A nyíltvégű feladatoknál a feladatmegoldás része az is, hogy a tanuló megértse, milyen választ várnak tőle. Ha a lehetőségek eleve fel vannak kínálva, akkor ezeket már nem kell kigondolnia (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). A válaszkorlátozás következtében kevesebb a lehetőségük, hogy alkalmazzák és megjelenítsék a gondolkodási stratégiájukat, így ezeket elemezni sem lehet. Haladyna és Rodriguez (2013) szerint a leghatékonyabb és legeredményesebb stratégia egy pedagógiai konstruktum megragadásához, ha változatos feladattípusokat alkalmaznak a tesztszerkesztők, amelyben a nyílt- és zártvégű feladatok egyaránt fontos szerepet töltenek be. A leírt változás szembetűnőbb lehet az európai kontinensen, ahol gyakori a nyíltvégű feladatok alkalmazása, szemben az Amerikai Egyesült Államokkal, ahol a papír alapú tesztek is főleg zártvégű itemeket alkalmaznak, amelyek javítása papíron is egyszerűbb, illetve a javító objektivitásának kérdését sem veti fel.

A következőkben olyan technológiára vonatkozó kérdések tárgyalása történik, amelyek függetlenek attól, hogy a mérési terület részét képezik vagy sem annak használati képességei. Ezek a kérdések a különböző konfigurációk egymással való megfeleltetésének kérdéséről, a közvetített tesztek jellemzőitől és a tesztelés céljaitól függenek.

A számítógépek működésének sajátossága, hogy változatos szoftver és hardver elemekből épülnek fel. Ha csak az iskolák számítógépeit vizsgáljuk, akkor is az architektúrák szinte végtelen kombinációs lehetőségeket tartalmaznak. Ugyanaz az online teszt egy kisebb és nagyobb méretű monitoron is megjelenhet, golyós vagy optikai egerrel is megoldhatják, a használt hálózati kártya által biztosított sávszélesség lehet kisebb vagy nagyobb, megnyithatják a tesztet Internet Explorer vagy Google Chrome böngészővel, Windows vagy Linux operációs rendszert használva (*Ridgway és McCusker, 2008*). A kérdés, hogy a különböző konfigurációkon kiközvetített megoldások ekvivalensnek tekinthetők-e, szenved-e hátrányt a kitöltők egy csoportja csak amiatt, mert eltérő a használt infrastruktúra valamely vagy több paramétere. A nagymintás, online tesztelések esetén, amikor a mérési intézetek az iskolák infrastruktúráját használják fel, nehezen nyomonkövethető, ellenőrizhető, hogy pontosan milyen, és megfelelő konfiguráción történik-e a megoldás. Pedig több tényező is befolyásolhatja az eredményeket, ahogy erre a majd 2.2 fejezetben részletesen bemutatott kutatások is rámutatnak. Technológia alapú tesztelés felelősségteljes kivitelezéséhez biztosítani kell, hogy a teszteltek azonosnak tekinthető technikai feltételek mellett vehessenek részt a mérésben. Az ilyesfajta koordinálatlan hatások elkerülése végett használták a PISA 2006-os pilot CBAS mérésén a tanulók a mérési intézet által biztosított minden paraméterét tekintve azonos laptopokat. Az anyagi befektetést tekintve azonban ez a megoldás nem kivitelezhető nagyobb mintaelemszám esetén.

A tesztek kialakítása is befolyásoló erővel bír a technológiára, igényeket támaszthat. Ha a tesztek stimulus része a szövegen kívül képeket, hanganyagot, videókat tartalmaz, akkor egy online teszt esetében fontos a megfelelően magas sávszélesség mind szerver, mind kliens oldalon. Ezek egy valós szituációban eltérő szolgáltatóhoz tartoznak, és időben változó adatforgalmat tudnak biztosítani, mert függenek a hálózatot egyszerre használók számától és adatforgalmától is. Amennyiben nem sikerül megfelelő sávszélességet biztosítani, a diákok tesztelésben töltött idejére és azáltal az eredményességre is meghatározó, negatív hatással lehetnek az infrastruktúra jellemzői. Videók, speciális elemek (pl.: swf, jar fájlok) lejátszásakor ugyanúgy kérdések merülhetnek fel, hogy milyen beépülő lejátszó kodekek vannak a számítógépre feltelepítve, megfelelő lesz-e a megjelenítés. Ha autentikus IKT használat történik, akkor az adott programok megléte, verziószáma (és megvásárlása) is kérdéseket támaszt, illetve például egy komolyabb képszerkesztő programnál már a memória nagysága, processzor órajele, grafikus kártya tulajdonságai is lényeges paraméterré, hardver kérdéssé válnak (*Molnár, 2010*).

Az alkalmazott infrastruktúra kialakítását, és az azzal szembeni elvárásokat szintén befolyásolja, hogy milyen biztonsági intézkedéseket kell alkalmazni, milyen tétellel bír a tesztelés. Amennyiben az egyének számára magas a teszt tétje, akkor a védelmi intézkedéseknek is magasabb kihívási szintet kell teljesíteniük.

A biztonság rendkívül fontos a tétellel bíró tesztek esetén, az ilyen kérdések jelentősen befolyásolják az elektronikus tesztelés megítélését. A biztonsági feladatok függenek a céloktól, a környezettől és sok egyéb paramétertől is. Például, ha a tesztelés online, és azon belül a számítógépek wifi hálózat segítségével kapcsolódnak az internetre, akkor külön kategóriát igénylő biztonsági megoldások szükségesek (Csapó és mtsai, 2012).

A megfelelő infrastruktúra biztosítását tovább nehezíti, hogy a különböző értékelési forгатókönyvek különböző technológiai feltételeket igényelnek, ezért egy megoldás nem lehet optimális, mivel nem tud megfelelni minden elvárásnak. Különbözö technikai problémákat kell megoldani tétellel bíró, nagy mintás, nemzetközi mérések esetén, mint standardizált feltételek mellett zajló regionális tesztnél avagy tét nélküli, diagnosztikus, osztályteremi körülmények között végzett értékelésnél (Csapó és mtsai, 2012).

Számtalan technikai kérdés merül fel akkor is, amikor a papír alapú tesztjeinket szeretnénk számítógépen megvalósítani. Összehasonlíthatóak az eredmények? Feltétel-e, hogy ugyanúgy jelenjenek meg a feladatok, ahogy papír alapon is? Hogyan lehet ezt biztosítani a különböző méretű, felbontású videók esetén? Mekkora betűméret optimális a képernyőn, ami azonos hatást kelt a papír alapú tesztel? Amennyiben nem fér el egy képernyőképen a szöveg, akkor görgetni kelljen az oldalt, vagy oldalakra bontva léptetni azok között? A feladatok között lehessen váltani, visszalépni és módosítani a korábbi megoldásokat (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008)? A teszt tulajdonságainak minimális megváltoztatása mellett még ugyanazt a tudást méri a papír alapú és a számítógép alapú teszt? Mekkora, illetve milyen változtatások mellett méri ugyanazt a tudást (Molnár, 2008)? Minden papír alapú feladatot meg lehet valósítani számítógép alapon? Mi a teendő azokban az esetekben, amikor a feladatmegoldó tevékenység tipikusan analóg tevékenység (pl.: rajzolás)?

A technológia által felvetett kérdések további meghatározó aspektusa, hogy állandó jellegűek, mivel a technika (hardver, szoftver) változása is állandó. Így az arra irányuló vizsgálatoknak, illetve a biztonsági előírásoknak is folyamatosan kell követnie a technológia fejlődését. Például a jelenben a legújabb és legnépszerűbb technológiai eszközök az okostelefonok, tabletek szerepét kutatják a mérés-értékelésben (pl.: Illingworth és mtsai, 2014).

Mintára vonatkozó kérdések

Amennyiben létezik a tesztelteknek olyan csoportja, amely a technológia bevezetése miatt szenved hátrányokat vagy élvez előnyöket, akkor a tesztelés méltányossága (*fairness*) kerül veszélybe. A pártatlanság és érvényesség szempontjából az egyéni felmérést illetően nem elképzelhető, hogy valaki hátrányba kerüljön a médium megváltoztatása miatt. Sem az oktatási hatóságok szempontjából, sem pedig jogi szempontból ez nem volna tartható állapot (Lent, 2009). A jellemzően szummatív, magas tétellel bíró tesztek jelentős és vissza nem fordítható hatást gyakorolhatnak az egyén életére. Ugyanakkor az egyéni előmenetelt nem befolyásoló, tipikusan formatív vagy diagnosztikus teszteléseknél sem kívánatos állapot, hogy az intézményeket (országokat) pontatlan eredmények alapján ítélik meg. Ezek nem az egyén, hanem az intézmény (vagy magasabb szerveződési szint) számára nagy tétű tesztelések. Például a NAEP szummatív tesztjei vagy a *No Child Left Behind* törvény indukálta mérései a diákok számára nem bírnak nagy tétellel, de a politikai döntéshozóknak, a tanároknak és iskoláknak annál inkább (Csapó és mtsai, 2012).

A szakirodalom szerint két tényező hatásának tudható be, ha azonos technikai paraméterek mellett két ugyanolyan képességű egyén eltérően teljesít technológia alapon. Az egyik az eszközhasználati tapasztalat hiánya, a másik a technológiához fűződő negatív attitűd (szorongás, félelem). Az információs társadalomban élve az egyénekre egyre inkább igaz, hogy rendelkeznek olyan szintű eszközhasználati gyakorlottsággal, amely egy technológia alapú teszt megoldásához szükséges. Azonban nem szabad arról megfeledkezni, hogy a számítógéphez való hozzáférés tekintetében országok, iskolák, társadalmi csoportok és családok között jelentős különbségek lehetnek. Ennek következtében meg kell vizsgálni, hogy az alkalmazott technológia hátrányos helyzetet teremt-e egyeseknek. Biztosítani kell, hogy az eszközök használata nem okoz senkinek nehézséget, nem vonja el a figyelmet az érdemi feladatmegoldó tevékenységről (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). További kérdés, hogy azonos eszközhasználati tudás mellett is beszélhetünk-e olyan tényezőről, ami az adott konfigurációkhoz való alkalmazkodási képességet írja le. Tehát elképzelhető-e, hogy megegyező technológiai jártasság és tudás mellett, valaki kevésbé tud alkalmazkodni egy számára ismeretlenebb, kedvezőtlenebb konfigurációhoz, mint a másik, aki ennek következtében eredményesebben teljesít a teszten?

Hasonlóan az eszközhasználati tudáshoz, az attitűdök tekintetében is az idő előrehaladtával és a technika terjedésével együtt, ennek a tényezőnek a szerepe is csökken. Azonban nem várható el, hogy minden társadalmi csoportban egyik napról a másikra elfogadott legyen a tesztelés új formája. Az Amerikai Egyesült Államokban már régóta zajlanak elektronikus felmérések a neveléstudomány területén, Európában és azon belül Magyarországon csak pár éve. Gondoskodni kell a komoly tétellel bíró számítógépes tesztelés bevezetése előtt, hogy a tesztelt megismerhessék a rendszert, időt kell biztosítani az elterjedésére mikro szinten is, kutatásokkal bizonyítani a mérés validitását, reliabilitását, objektivitását, hogy az emberekben kiépülhessen a konszenzuson alapuló megfelelő attitűd.

A tesztelés objektivitására, megbízhatóságára vonatkozó kérdések

„A tesztek, ezen belül a tudásszintmérő tesztek objektivitásán azt értjük, hogy az elért eredményt kizárólag a vizsgált személy tulajdonságai, tudásának különböző összetevői határozzák meg, függetlenül attól, hogy ki mért az adott tesztrel és ki értékelte a kapott adatokat” (Csikos és B. Németh, 2002. 91. o.). A tesztelés objektivitására vonatkozó meghatározások természetesen a papír alapú értékelés kontextusából indulnak ki. A meghatározás által felölelt háromféle objektivitás (adatfelvételi, kiértékelési, interpretációs) a teszteltre, tesztet felügyelő személyekre, javítókra és a teszteredményeket kiértékelőkre vonatkozik. Az objektivitás jelentéstartalma alatt azt értjük, hogy olyan tényező határozza meg az érdeklődés tárgyát, aminek valódi köze van hozzá és attól függetlenek ne befolyásolhassák. Ha ebből a logikából indulunk ki, akkor a kiinduló definíció akár arra is alkalmas, hogy a technológia alapú tesztelésre fókuszáljuk: *az elért eredményt kizárólag a vizsgált személy tulajdonságai, tudásának különböző összetevői határozzák meg, függetlenül az alkalmazott teszt médiumától.*

A technológia objektív implementációját az adatgyűjtés folyamatába az elnevezések tartalmából az adatfelvételi objektivitás fogalom szavatolhatná. Ennek definiálásakor a tesztelési helyzet egyértelmű leírásával, a tanulók által használható és nem használható segédeszközök, a tanár által közölhető és nem közölhető információk pontos meghatározásával, a tesztet felvevő személy viselkedésének leírásával rögzítik (Csikos és B. Németh, 2002). Ezen leírások közé már kevésbé illik a tesztelés médiumára vonatkozó útmutatás, pedig az adatfelvétel jelző miatt célszerűen ide tartozna. Egy precíz meghatározással a helyzet összetettségét a technikai kérdésekre való utalással is ki lehetne egészíteni: *a teszteredmény független az adatfelvevő személyétől, a teszt közvetítő eszközétől, technológia alapú tesztelésnél használt infrastruktúrától.*

Az interpretációs objektivitást függetlennek tartom a tesztelési formától, így nem látom indokoltnak a definíció ilyen irányú kiterjesztését. A kiértékelési objektivitásnál értelmezhető külön a technológia szerepe, mivel az értékelési mechanizmusok egy része automatizálható. A zártvégű kérdések esetén nem releváns a kérdés, mivel ott csak akkor sérülhetne az objektivitás, ha rosszul állítják be a programnál a helyes válaszopciót. Rövid választ igénylő feladatoknál a javítást biztosító algoritmusnak az elgépelésből eredő különbségeket kell megfelelően kezelni. A hosszabb válaszok értékelése esetén összetettebb probléma a kiértékelés objektivitásának biztosítása. Egy feladatnak számtalan egymástól formailag teljesen különböző helyes megoldása lehet, amelynek felismerésére csak mesterséges intelligenciát megvalósító algoritmus képes. Az 1.1.2. fejezetben már említésre került, hogy ez a terület a mérés-értékelés egyik legdinamikusabban fejlődő ága, de a jelenlegi eredmények mellett még nem garantált a hosszabb, variábilis szövegek kiértékelésének objektivitása. Az objektivitás fontos jóságmutatója a tesztelésnek, a megfelelő megbízhatóságnak, érvényességnek szükséges előfeltétele (Crocker, 2006), ezért a technológia alapú tesztek használhatóságának biztosításakor lényeges elem az objektivitás vizsgálata és szolgáltatása.

A teszt megbízhatósága azt fejezi ki, hogy a mérni kívánt jellemző valódi értéke milyen erős összefüggést mutat a mért értékkel (Crocker, 2006). A fejezetben bemutatott problémakörök mind hozzájárulhatnak ahhoz, hogy az elektronikus teszteknek csökkenjen a reliabilitása. Amennyiben a technika megjelenése módosítja a tesztelték eredményességét, különböző almintákban eltérő befolyásoló erővel bír, vagy különböző konfigurációkon azonos tudásnál nem konzisztensek az eredmények, akkor a tesztelés megbízhatósága megkérdőjelezhető. Az $M=V+H$ (M: mért érték, V: valódi érték, H: hiba) klasszikus tesztelmélet axiómájából kiindulva a mért érték és a valódi érték korrelációját (azaz a reliabilitást) a hiba nagysága befolyásolja, amit jelen esetben a technológia befolyásolhat. A megbízhatóság a fenti paraméterek közül az egyetlen, amely minden esetben statisztikailag mérhető, empirikussá tehető. Az oda-vissza irányú összefüggések következtében, nem megfelelő értékű megbízhatóságnál a tesztelés objektivitása, validitása és méltányossága is problémát jelenthet.

2.1.2. A médiahatás meghatározása, papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlítása

A médiahatás mértéke

A közvetítő médium befolyásoló hatásának mértékét legpontosabban akkor tárhatjuk fel, ha összehasonlítjuk ekvivalens feltételek mellett ugyanazon teszt papír és számítógép alapú eredményeit. Ideális esetet az teremt, ha a pontszámok felcserélhetők egymással, mert ez azt jelenti, hogy a teszt médiumának megváltozása nem eredményezett plusz hatást. Illetve, ha a pontszámok nem egyenlők, de ismert a médiahatás pontos mértéke, akkor ez alapján az eredmények egymással ekvivalenssé tehetők. Ez az összehasonlítás azonban csak az első (vagy nulladik) generációs tesztelésnél vizsgálható meg, amikor az itemek papír alapon is megvalósíthatóak, a tartalmi elemek között nincs olyan, ami a technológia használatához kötődne. A feltétel megfordítása is megfontolást érdemel, azaz nem érdemes olyan összehasonlítást tenni, amelyben a technológia alapú megvalósítás alapvetően eltér az analóg megvalósítástól. Ilyen például az íráskészség, a művészeti tevékenységek többsége. Azonban a tapasztalt technikai fejlődés, innovációk mellett a jövőben változások lehetnek ezeken a területeken is.

Egyes szerzők (pl. *Moe*, 2009) szerint a közvetítő eszköz befolyásoló hatásának vizsgálata csak a papír alapú tesztek digitalizálásánál releváns. Pedig a nem megfelelően végzett, csak technológia alapon létező tesztelésnél is lehet a médiumnak nem számolt, negatív módosító hatása (lásd 2.1.1. fejezet). A probléma ezért a relevanciájából mit sem veszít, csak másképpen bizonyítható.

A további generációknál a médiahatást kutató vizsgálatokra a következő irányok jellemzőek: fixformájú és adaptív tesztelési algoritmus összehasonlítása (*Magyar és Molnár*, 2013), két különböző konfiguráción való eredményesség összevetése (*Bridgeman, Lennon és Jackenthal*, 2003; *Schroeders és Wilhelm*, 2010), együttműködés humán és számítógép avatarokkal kollaboratív problémamegoldásnál (*Rosen és Tager*, 2013). Fontos azt is rögzíteni, hogy az első generációs összehasonlító vizsgálatok eredményei, tapasztalatai, az azokból származó ajánlások sok esetben felhasználhatóak a további generációs tesztelés jószágmutatóinak javításához. Ha például a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlításából kiderül, hogy kisiskolás korban a számítógép alapú tesztelés kevésbé alkalmazható a számítógépes jártasság hiányában, akkor ez az eredmény kiterjeszthető a további generációkra is.

A médiahatás megállapítására vonatkozó papír és számítógép alapú összehasonlító vizsgálatok jelentik az első lépést a tesztelés új formájának megismeréséhez. Amennyiben bizonyítható, hogy a két médiumon elért eredmények statisztikailag ekvivalensek vagy ekvivalenssé tehetőek, akkor az elektronikus tesztelés alkalmazhatóságára vonatkozó kételyek is eloszthatóak (*Schroeders*, 2009). Empirikusan alátámasztott bizonyítékok gyűjthetők arra vonatkozóan, hogy a teszteltnek van-e olyan köre, akik előnyben vagy hátrányban részesülnek a közvetítő eszköz megváltozásának következtében. A tesztelés jószágmutatóinak ellenőrzésén túl az összehasonlító vizsgálatoknak fontos gyakorlati következménye, hogy egy mérés-értékelési intézet a papír alapú teszt sorozatát (pl.: PISA mérés) vagy longitudinális méréseit technológia alapra helyezheti, vagy sem. Egy ilyen elrendezés esetében ugyanis a két médiumon elért eredményeknek azonos skálán kell helyet foglalniuk, amely csak abban az

esetben képzelhető el, ha azonosnak tekintjük az eredményeket, vagy azonossá alakíthatjuk (*equating*) matematikailag korrekt transzformációk segítségével. Mind az oktatás politikai döntéshozóknak és kutatóknak szóló nemzetközi felmérések esetében, mind a tanulók fejlődését demonstráló, több évre – adott esetben évtizedre – visszamenőleg, ismételt méréseket tartalmazó longitudinális vizsgálatoknál felelősségteljes váltás csak a médiahatás pontos ismeretében lehetséges.

Az *International Test Commission* (ITC, Nemzetközi Teszt Szervezet) a tesztek ekvivalenciájára vonatkozó irányelveit az *International guidelines on computer-based and Internet-delivered testing* (Nemzetközi útmutatások a számítógép és internet alapú teszteléshez) (2006) c. dokumentumában publikálta. Ennek megfelelően egy teszt számítógép alapú és papír alapú változata közötti ekvivalenciát dokumentált bizonyítékokkal kell alátámasztani.

Ugyancsak empirikus bizonyítékok gyűjtését ösztönzi a különböző tesztelési formákból származó adatok ekvivalenciájára az *American Educational Research Association* (AERA), az *American Psychological Association* (APA) és a *National Council on Measurement in Education* (NCME) közösön jegyzett *Standards for Educational and Psychological Testing* (1999, 2014) dokumentuma. A fenti standardok alapján *CTB/McGraw-Hill* (2003) a következőket fogalmazza meg: a különböző tesztmedium eszköz által végzett mérés eredményei felcserélhetőek, ha (1) a különböző médiumokon elért pontok sorrendje közelítenek egymáshoz, vagy (2) az átlagok, a szórások és a pontszámok eloszlása közel azonos, vagy mindez újraskálázással elérhető.

Több szerző is megerősíti, hogy nem elegendő bizonyíték a tesztpontszámok egyezősége. *Wilhelm* és *Schroeders* (2008) szerint az összehasonlító vizsgálatok eredményei tévesek is lehetnek, mivel két különböző médiumon felvett tesztek átlaga, szórása megegyezik, még nem biztos, hogy a reliabilitásuk ugyanakkora, illetve a látens változók sem biztosan korrelálnak egymással. Az összefüggés nem egyértelműen bizonyítható, ha az átlagok más okból, más változók hatására is különbözhetnek. Egyrészt két azonos átlagú teszt is mérhet más konstruktumot, másrészt két különböző átlagú teszt is értékelheti ugyanazt. Ennek következtében magas átlag és látens változók korrelációjánál fogva bizonyos résztvevőknek valótlán előnyöket is tulajdoníthatnak. Hasonló következtetésre jut *Wolfe* és *Manalo* (2005), akik szerint az összehasonlító tanulmányok súlyos hiányossága, hogy a csoportokra vonatkoztatott pontszámkülönbségekkel foglalkoznak az egyéni különbségek helyett. Tapasztalataik szerint a tanulmányok többsége nem fedi fel a hatás nagyságát a tesztközegben az egyéni vizsgázókra, különösen azokra nem, akik azon csoportok tagjai, akik várhatóan „veszélyben” vannak: alacsonyabb szintű számítógépes ismeretekkel rendelkeznek és/vagy magas szintű a számítógéppel kapcsolatos szorongásuk, illetve egyéb okból kifolyólag szenvednek hátrányt. Az itemek irányából közelíti meg a kérdést *CTB/McGraw-Hill* (2003) és *Puhan, Boughton* és *Kim* (2007). Szerintük a tesztpontszámok ekvivalenciájából még nem következik, hogy az itemek azonosan viselkednének mindkét médiumon. Ezért javasolják a részteszt szintű vizsgálatokat, amelyek kiterjednek a mérésben lévő teszt jellemzőire, a minta tulajdonságaira, az alkalmazott technológiára, szoftverre továbbá az itemek különböző médiumon való viselkedésének összehasonlítására.

Az előbbieken megfogalmazottakat összefoglalva, két különböző médiumon felvett azonos tesztek ekvivalenciájához biztosítani kell:

- a két tesztkörnyezetből származó pontok felcserélhetőségét (*AERA, APA és NCME, 1999, 2014*);
- a számítógép és papír alapú teszttel végzett mérések megbízhatóságát, és ezen megbízhatósági mutatók összehasonlíthatóságát (*ITC, 2006*);
- a számítógép és papír alapú tesztelés validitásának egyezőségét (*Hargreaves, Shorrocks-Taylor, Swinnerton, Tait és Threlfall, 2004*);
- itemszintű analízist (*Puhan, Boughton és Kim, 2007*);
- a minta releváns háttérváltozóira kiterjedő, egyéni különbségeket azonosító összehasonlítást (*Wolfe és Manalo, 2005*);
- az alkalmazott technológiai paraméterek összevetését (*CTB/McGraw-Hill, 2003*).

Ha megállapításra került a pontszámok összehasonlíthatósága, akkor az azt jelenti, hogy a két teszt megegyezik, és egyik mód sem befolyásolja a konstruktum irreleváns varianciáját. Ez nem azt jelenti, hogy jól méri a konstruktumot, csak azt, hogy ugyanazt méri. Amennyiben nem egyeznek a pontszámok, akkor nem azt a konstruktumot méri, vagy eltér a konstruktum-irreleváns variancia, illetve mindkettő egyidejűleg is teljesülhet (*Csapó és mtsai, 2012*).

Amennyiben igazolódna, hogy az új tesztmédium befolyásolja az eredményeket, akkor meg kell határozni (*R. Tóth, 2009*):

- a két tesztkörnyezetben elért eredmények közötti különbség mértékét;
- az eltérés irányát;
- az előnyt élvező vagy hátrányt szenvedő teszteltek körét;
- azokat a változókat, amelyek az eltérésért felelősek.

Egyes szerzők másképpen állnak a tesztmédiumok közötti ekvivalencia kérdéséhez. *Meijer (2010. 104. o.)* szerint: „az egyik jelentős akadálya az áttérésnek, hogy egész egyszerűen úgy kezeljük a témát, mintha egy másik eszköz helyettesítéséről volna szó. A kockázat szerinte ebben a megközelítésben kettős. Először az áttérés óhatatlanul is nagyobb következményekkel jár, minden mérőeszköz befolyásolja a rendszert, amelyben felhasználják azt. Ahogy változtatást hajtunk végre magán az eszközön, elkerülhetetlenül változni fog az a rendszer is, amelyben az működik. Másodsorban a migrációs folyamatok nélkülözni fogják a lehetőségét, hogy fejlődjön a tesztelés összértéke, validitása, reliabilitása. Ez különösen akkor lényeges, amikor a jelenlegi értékelési gyakorlattal kapcsolatban az elégedetlenség jelei tűnnek fel.”

Az ilyen vélemények valójában megkérdőjelezzik az ekvivalencia bizonyításának létjogosultságát, mivel szerintük a technológia tesztelésben való implementációja annál nagyobb változásokat hajt végre az egész mérés-értékelés rendszerén, semmint értelme volna azt összehasonlítani. Továbbá ezeknek a kérdéseknek a „vég nélküli” folytatása csak hátráltatja, hogy a technológiai alapú tesztelés terjedjen, és megmutassa valódi előnyeit, mivel megmarad a papír alapú tesztek szintjén. Ezt a hozzáállást feltehetőleg az is erősíti, hogy médiahatást vizsgáló kutatások nem konzisztensek, eltérő következtetéseket fogalmaznak meg (*Wang és Shin, 2009*).

A véleményt megalkotó kutatók oldaláról érthető, hogy változást, és az ezzel együtt járó, várt fejlődést szorgalmazzák. Belátható, hogy a technológia integrálása nem csak a közvetítő eszközt változtatja meg. Azonban az összehasonlításnak létjogosultságot biztosít, hogy a konstruktumoknak egy körét mindkét rendszerrel vizsgálni lehet, azaz megegyeznek a mérési célok. Ha a médiahatás nem is tökéletesen felmérhető és kiismerhető jelenség, az erre való törekvések megalapozottak. A jelenlegi tudásunk a TBA-ról, a tesztekvivalenciáról nem elegendő, hogy összetett méréseket alkalmazzunk úgy, hogy nem vesszük figyelembe a közvetítő médiát (*Wilhelm és Schroeders, 2008*). A technológia alapú tesztelés felelősségteljes elterjesztéséhez megkövetelt, hogy biztosítsuk annak méltányosságát, valid és megbízható használatát (*Way, Lin és Kong, 2008*). Az összehasonlító vizsgálatok az áttérési folyamat első lépését jelentik, szerepük abban rejlik, hogy az új tesztelési médiumról minél több információt szolgáltatassanak. Ezek az információk egyúttal a további generációk építőelemeivé válnak. A végcél valóban a mérés-értékelés megreformálása és a technológiai lehetőségek maximális kihasználása, azonban a hiteles áttéréshez szükségesek a köztes állapotok, amelyeket megismerve lehet a következő szintre lépni. Ezeknek a köztes állapotoknak egyike az, amikor a papír alapú tesztekét ültetjük át számítógépes környezetbe és megvizsgáljuk a változásokat. Ez természetesen egyik migrációs foratókönyvben sem a végcél jelenti. A folyamat gyorsaságáról, tervszerűségéről, nemzetközi összehangoltságáról vitát folytatni előrevezetőbb, mint az összehasonlító vizsgálatok létét megkérdőjelezni.

A komparatizikus vizsgálatok mellett, hogy kiemelt, elsődleges szerepet töltenek be a technológia alapú tesztelés elterjesztésében, nehezen kivitelezhetőek, mert a médiahatást számtalan tényező befolyásolhatja, a változók köre is kérdéses. Így eltérés esetén is nehéz bizonyítani, hogy mely faktornak tudható be az inkonzisztencia. A közvetítő médium befolyásoló hatását három tényező interakciójaként jellemezhetjük. A médiahatást meghatározza az alkalmazott technológia paraméterei (pl.: monitor méret), a minta tulajdonságai (pl.: számítógépes jártasság) és a tesztek jellemzői (pl.: nyílt vagy zártvégű itemek). A hetvenes évektől kezdődően beszélünk a pszichológia és a pedagógia területéről összehasonlító vizsgálatokról, azaz a számítógép alapú tesztelés történetének kezdetétől. Ezen típusú vizsgálatokra az igény állandó, a jövőre vonatkoztatva is, mivel az említett konstans technikai változások mellett folyamatosan változnak a teszteltek és a tesztek is. A résztvevők körénél elég a technológiai jártasság, attitűd változására gondolni. A tesztek esetében folyamatosan jelennek meg az igények az új pedagógiai konstruktumok mérésére, melyet befolyásolnak az új technológiákban rejlő innovatív mérési lehetőségek is.

A disszertáció ezen fejezete a kutatási problémát, kérdéseket volt hivatott bemutatni, nem volt célja azokra egyben választ is adni. A kutatási probléma nemcsak elméleti kihívást ad, hanem konkrét gyakorlati relevanciával is rendelkezik. A Szegedi Műhely (MTA-SZTE Képességkutató Csoport, SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport, SZTE Neveléstudományi Intézet és SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola) több profilja közül kiemelkedik a mérés-értékelés területe. A technológia alapú tesztelés előnyei, lehetőségei miatt a műhely az áttérésben látja fejlődésének jövőjét. Ahhoz, hogy ezt felelősségteljesen tehesse meg, szükségesek az olyan papír és számítógép alapú tesztelést összehasonlító vizsgálatok, mint ami a jelen disszertáció tárgya. További, magyarországi relevanciáját adja, hogy más mérési programok átültetéséhez, jövőbeni számítógép alapú tesztelésekhez is hasznos információkat szolgáltathat.

2.2. Médiahatás-vizsgálatok eredményei

Az előző rész felvezette, hogy milyen kérdések merülnek fel a technológia tesztelésbe való implementációjakor. Jelen fejezet ezekre a kérdésekre mutatja meg a válaszokat az eddigi kutatások tükrében. A technológia befolyásoló effektusainak azonosítására a médiahatásvizsgálatok vállalkoznak, amelyeknek a dolgozat szempontjából kiemelt területe a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlító elemzései. A fejezet első része elsősorban meta-analízisekre alapozva mutatja be a média-hatásvizsgálatok történetét, egyúttal kijelölve a dolgozat számára relevanciával bíró kutatások körét. A médiahatást három (minta, technológia és a tesztek) egymást is befolyásoló tényező határozza meg. A követő alfejezetek (2.2.2., 2.2.3, 2.2.4) ezen három kulcsfaktor alapján rendezik alfejezetekbe a bemutatott kutatásokat. A 2.2.5. fejezet a magyarországi médiahatásvizsgálatokra fókuszál, feltérképezve a dolgozat kutatásának nemzeti előzményeit. Az utolsó részfejezet (2.2.6.) pedig műveltségterületi fókusszal bír, a matematika területén végzett nemzetközi tapasztalatokat szintetizálja.

2.2.1. Média-hatásvizsgálatok történetének összefoglalása, a disszertáció számára releváns kutatási területek meghatározása

Amióta az elektronikus tesztelés az 1970-es években lendületet vett, azóta folynak médiahatást kutató vizsgálatok. Már kezdetben is olyan fontos területeken kívánták alkalmazni a technológia alapú méréseket, mint az Amerikai Egyesült Államok hadserege és különböző klinikai pszichológiai vizsgálatok (*Russell, Goldberg és O'Connor, 2003*). Ezen esetek megkövetelték a felelősségteljes alkalmazást, amit összehasonlító vizsgálatokkal kívántak biztosítani. Az elmúlt negyven év gazdag szakirodalmat ad a témának, *Wang és Shin (2009)* szerint legalább 300 ilyen tartalmú tanulmány készült a neveléstudomány és a pszichológia területéről. Ezek közül a disszertáció kutatásának elméleti keretéhez tartozó releváns és megbízható kutatások kerülnek bemutatásra, szintetizálásra.

A megbízhatóság irányából közelítve számtalan kutatás eredménye megkérdőjelezhető, mert nem kontrollálták, illetve nem dokumentálták a médiahatást befolyásoló függő változókat. Az összehasonlító vizsgálatok kezdeti szakaszában azért fordulhatott ez a jelenség elő, mert kevésbé volt ismeretes a médiahatás természete. Ugyanakkor sokszor általánosítanak ezek a tanulmányok az egész TBA-ra úgy, hogy nem vették figyelembe a technológiai paramétereket, a mérésben résztvevők háttéradatait, avagy az alkalmazott tesztek jellemzőit. Önmagában egy lényeges változó figyelmen kívül hagyása is elegendő ahhoz, hogy téves következtetésekre jusson egy tanulmány. Ezért, amennyiben nem rendelkezünk minden szükséges információval egy komparatiztikus vizsgálatról, úgy annak eredményeit sem tudjuk teljes megbízhatósággal felhasználni. Az a leghelyesebb stratégia, ha kritikusan kezeljük a nem megfelelően dokumentált tanulmányok eredményeit. Többek között az egyik lényeges oka, hogy a médiahatás-vizsgálatok ellentétes eredményekre jutnak, képtelenek véges konklúziót megfogalmazni az egyes kérdések szintjén, hogy mindig vannak a kivételt erősítő, a többségi eredményekkel ellentétes tapasztalatok. Kevés olyan részterülete létezik az összehasonlító vizsgálatoknak, ahol ki tudott volna alakulni egy egységes konszenzus.

Az 1990 előtt született tanulmányokat *Russell, Goldberg és O'Connor* (2003) útmutatása alapján több szempont miatt sem vehetjük – jelen időszakra vonatkoztatva – figyelembe. A számítógépek fejlettsége jelentősen különbözött a mai gépek szintjétől, így állandó technikai problémák jellemezték az architektúrákat, lassan és körülményesen működtek, az infrastruktúrákat nem az ergonómia jegyében alakították ki. Ez a hatás tovább erősítette a gépek használatában eleve kevesebb gyakorlattal bíró teszteltek frusztrációs szintjét. A 80-as években még gyakori esetnek számított, hogy valaki, egy elektronikus tesztelés alkalmával használt életében először számítógépet. Mivel ez az állítás a diákokra még inkább igaz volt, így a mintában szereplőket elsősorban a főiskolás, egyetemista hallgatók közül válogatták, akiknek az eredményei nem kiterjeszthetők a fiatalabbakra. Továbbá, kevésbé részletesen, avagy rosszul dokumentálták a kísérleteket, illetve a vizsgálatok elrendezése, módszerei, eszközei is komoly kritikával illethetők. Például figyelmen kívül hagyják a tesztből való tanulás jelenségét (*Shadish, Cook és Campbell*, 2002).

A fejezet későbbi részében bemutatott tanulmányok alapján ma már tudjuk, hogy az itemek papír és számítógép alapon való azonos reprezentációja elengedhetetlenül fontos paraméter az összehasonlító vizsgálatok megbízható elvégzéséhez. Ennek a szabálynak a körültekintő alkalmazása azonban a jelenben zajló vizsgálatokra vonatkoztatva is komoly kritikát jelent. Azokban az esetekben, ahol nem rögzítették, hogy körültekintéssel történt az itemek azonos reprezentációja, az eredmények is tévesek lehetnek. A 90-es évek előtt a monitor sem volt jellemző, hanem tévéket használtak a megjelenítésre, változatos (legtöbbször zavaró) háttér- és betűszíneket alkalmazva (*Dillon*, 1992). Illetve, amennyiben monitort alkalmaztak, akkor azoknak jelentősen rosszabb volt a minősége, kisebb méretűek és sokáig monokrómak voltak, így például fekete háttéren narancssárga betűkkel jelentek meg a feladatok (21. ábra). Az egér használata is csak a '90-es évektől vált általánossá, így a gépek, programok vezérlése is körülményesebb volt azt megelőzően.



21. ábra

Plato V terminál, az 1980-as évek jellemző értékelési architektúrája
(Forrás: <http://www.stonesc.com/wordpress/2010/06/the-orange-and-black-display/>)

A 70-90-es évekig terjedő összehasonlító elemzéseket három állandó hivatkozások tárgyát képező meta-analízis írja le: *Mazzeo és Harvey* (1988), *Bunderson, Inouye és Olsen* (1989), illetve *Mead és Drasgow* (1993). *Mazzeo és Harvey* (1988) úttörőnek számító meta-analízisében különféle változatos architektúrákon 30 intelligencia, személyiség, különböző képesség (*aptitude*) és teljesítmény (*achievement*) tesztekre építő összehasonlító elemzése alapján arra a következtetésre jutott, hogy a közvetítő eszköz, a tesztelés módja az időkorlátos (*speeded*) tesztek kivételével nincs jelentős hatással a diákok teljesítményére. Különbség mutatkozik a kihagyott válaszok arányában illetve megállapítják, hogy a teszt papír alapú változatával hasonlatos reprezentációja fontos paraméter az összehasonlítósság szempontjából. Ezt az eredményt támasztotta alá néhány évvel később *Mead és Drasgow* (1993), akik több mint 100 adaptív és lineáris, különböző képességeket mérő tesztet használtak fel. Mérési hibával korrigálva a különböző tesztelési módok közötti korreláció $r=0,97$ volt, míg ez az együththató csak $r=0,72$ értéket vett fel az időkorlátos teszteknel. A szerzők azt állítják, hogy az időkorlátos tesztek közötti alacsony korreláció okát a különböző motoros képességek és a különböző bemutatási módok (utasítások, az elemek prezentálási módja) támasztják alá. A CBA követelmények PP-hez igazításával azonban mindkét mellékhatás megszűnik, és helyreáll az egyenértékűség. *Bunderson* és munkatársai, *Mazzeo és Harvey* (1988) mintáját kiegészítve a felhasznált tanulmányok fele-fele arányban állapították meg, hogy nincs médiahatás, illetve szignifikánsan nehezebb a számítógép alapú tesztelés, a 25-ből mindössze három tanulmány állította ennek az ellenkezőjét. Összességében jelentékeny tényezőnek ítélték meg a teszt médiumát (*Bunderson, Inouye és Olsen*, 1989).

A kilencvenes évektől kezdve az oktatás, illetve a pszichológia területére koncentráló komparatiztikus vizsgálatok kettéváltak, a dolgozat témájának következtében az elsőre koncentrálnunk. A 90-es évek vizsgálatait *Kim* (1999) meta-analízise foglalja össze. A korábbi meta-analízisekhez képest (1) a szerző 51 tanulmányt tartalmazó mintája heterogénebb volt, (2) a hatásméret becslésére egy *Gleser és Olkin* (1994) által javasolt korrigálási eljárást használt, amivel a felülreprezentáltságból eredő torzító hatást küszöbölte ki. A felhasznált tanulmányok mintájának 4%-át adták a közoktatásbeliek és 96%-at a felsőoktatásban tanulók. *Kim* szerint nem található jelentős különbség a CBA és PP közötti egyenértékűség mértékében, amíg a teszt nem adaptív. A főiskolai/egyetemi hallgatóknál eltérések esetén a számítógép alapú tesztelés bizonyult könnyebbnek. Matematika és kognitív képességeket mérő teszteknel volt legkevésbé jellemző az eltérés, szemben az angollal. *Kim* eredményei ellenére a 90-es éveket már jellemző trend, hogy a tanulmányok eredményei sokkal inkább inkonzisztensek a korábbiakhoz képest (*Puhan, Boughton és Kim*, 2007).

Az ezredfordulóra a technológiai alapú mérés-értékelés népszerűségével párhuzamosan az összehasonlító vizsgálatok száma is megemelkedett. Felismerve a médiahatást befolyásoló változók széles körét, részletesebb, alaposabban dokumentált elemzések kerültek publikálásra, ahol a diákok átlagos teljesítményének összehasonlításán túl sok tanulmány csak egy-egy tényezőt középpontba állítva vizsgálta a minta jellemzőinek (kor, nem, szocioökonómiai státusz (SES), etnikum, számítógépes gyakorlottság, *Poggio és mtsai*, 2005); a technológiai paramétereknek (monitorméret, -felbontás; betűtípus, -méret; görgetés, visszalépés, *Waters és Pommerich*, 2007); a mért műveltségi terület (kontextus) szerepét (*Hülber és Molnár*, 2013).

A tapasztalatok összegzésével konszenzus értékű megállapítás lett, hogy önmagában az átlagok összehasonlítása nem fejezi ki és árnyalja megfelelően a különböző körülmények között felvett teszteredmények közötti különbségeket. A probléma felismerésének és a módszertani kultúra fejlődésének köszönhetően új mintaelrendezési módok, modern tesztelméleti megközelítések kezdtek teret nyerni az összehasonlító vizsgálatokban (*Schroeders és Wilhelm, 2010*).

A kétezres éveket jellemző, legtöbbet idézett meta-analízist *Wang* és munkatársai jegyzik, akik matematika (*Wang és mtsai, 2007*) és olvasás területén (*Wang és mtsai, 2008*) készítették elemzéseiket. 44 független adatállományt tartalmazó 14 matematikai tanulmány összehasonlíthatónak tartotta a PP-n és CBA-n elért pontokat. Hat adatállomány kivonása után, amelyek nagymértékben hozzájárultak a homogenitáshoz, a mért átlagos hatás statisztikailag nem különbözött a nullától. Gépesített környezetben egy moderátor változó, a tesztelési algoritmus (fix vagy adaptív), statisztikailag jelentősen hozzájárult a hatás méretének előrejelzéséhez, a többi vizsgált függő változó (a mintakialakítás módja, a minta mérete, az évfolyam, a teszt típusa, online vagy offline tesztelés, és számítógépes gyakorlat) nem volt jelentékeny hatással. Az angol szövegértés vizsgálatban mért átlagos hatás sem különbözött statisztikailag a nullától, kivéve azt a hatást a 42 adatállományból, amelyet azért vettek figyelmen kívül, hogy megszüntessék a hatás méretének heterogenitását. Négy moderátor változónak (a mintakialakítás módja, a minta mérete, a teszt algoritmus és a tesztelt számítógépes gyakorlata) volt hatása a szövegértés tesztmédiák közötti pontkülönbségeire, míg három másik feltételezett függő változó (évfolyam, a teszt típusa és az online vagy offline tesztelés) statisztikailag nem volt jelentős befolyással. A szerzők úgy összegzik az eredményeket, hogy átlagos szinten nincsen különbség a teszt médiumok között matematikai és szövegértési feladatnál, azonban a különböző moderátor változók feltételezése utalhat különbségekre. A kis minta azonban mindkét területen korlátozza az eredmények általánosíthatóságát. *Bennett, Braswell, Oranje, Sandene, Kaplan és Yan (2008)* kritikusan állnak *Wangé* eredményeihez: kétségbe vonják a felhasznált tanulmányok fontosságát, mivel (1) a legtöbbjük publikálatlan, ennek következtében nem lektorált, (2) a kutatások legtöbbje csak feleletválasztós itemeket használ, (3) az eltérések három tanulmánynak köszönhetők és (4) a reprezentativitás nem biztosított.

A kétezres évek szintén gyakran idézett tanulmánya: *Kingston (2009)*. A szerző összesen 81 összehasonlító tanulmányt szintetizált a közoktatásban résztvevők mintájára, olyan 1997 és 2007 között írt kutatásokat felhasználva, amelyek kizárólag feleletválasztós itemeket használtak. A médiahatás mértékét az összes tanulmány alapján statisztikailag nem jelentős mértékűnek ítélte meg. Az eredmények inkonzisztenciáját a számítógépes tapasztalattal és médiapreferenciával magyarázta. Nem talált különbséget az egyes korosztályokban (általános és középiskolás diákokból, illetve felsőoktatásbeli hallgatók jelentették a mintát). Angolnál és szociológiai (*social sciences*) tanulmányoknál CBA javára, matematikánál a PP javára állapított meg kis mértékű eltérést. Tanulmányával felhívta a figyelmet, hogy eltérő lehet a különböző médiumokon a tesztelt feladatmegoldási stratégiája.

A texasi oktatási ügynökség (*Texas Education Agency, 2008*) matematika, szövegértés, fogalmazás, természettudományok műveltségi területek szerinti bontásban szintetizálta a közoktatásban részt vevő tanulókra vonatkozó összehasonlító elemzéseket. A vizsgálatba bevont kutatások legnagyobb része összehasonlíthatónak, felcserélhetőnek tartja az eredményeket, de műveltségi területtől függőnek ítéli meg az eltérések mértékét.

Ezen tényezőtől függetlenül megállapítja, hogy az olyan itemeknél, ahol görgetni kellett az oldalt a sok szöveg miatt, jelentkeztek a legnagyobb különbségek. Továbbá a tanulók általánosan jobban teljesítettek azokon a szövegalkotó, vagy esszé feladatokon, ahol az utasítások a tesztelés módjának megfelelően voltak megfogalmazva.

A bemutatott meta-analízisek, illetve az azokban felhasznált tanulmányok számtalan, már korábban is megemlített kritikával illethetők (több területről származnak, ellenőrizetlen körülmények jellemzik, kis mintájú tanulmányokkal is dolgoztak, korlátozott feladattípusokat alkalmaztak, módszertanilag hiányosak), bemutatásuk történeti okokból kifolyólag indokolt elsősorban. Ezenkívül fontos szerepük van abban, hogy mely változók érdemelnek figyelmet, milyen módszerekkel elemezhetőek a különbségek, milyen érvekkel támasztják alá a bemutatott különbségeket vagy azonosságokat, avagy milyen hibákat követtek el.

A disszertáció kutatása az új irányvonalaknak megfelelően a médiumok összehasonlító vizsgálatainak egy részterületére koncentrál, az ehhez illeszkedő tanulmányok jelentik egyrészt a releváns, későbbiekben részletezésre kerülő kutatásokat, amelyeknek a profilja a következőképpen írható le:

- alapvető kontextus: pedagógia,
- műveltségi terület: matematika,
- életkor: elsősorban általános iskolás, másodsorban óvodás és középiskolás korosztály
- technológia: számítógép alapú tesztelés (minden alkategóriájával együtt), melyben eger és billentyűzet segítségével történik a vezérlés,
- tesztelési algoritmus: fix formátumú,
- itemek típusa: minden zárt és nyíltvégű itemtípus,
- minta nagysága: legalább 100 fő,
- tesztelés célja: diagnosztikus, szummatív,
- a tanulmány kora: 1990 utáni,
- a tanulmány minősítése: lektorált.

Ezenkívül bemutatásra kerülnek a műveltségi területtől függetlenül is értelmezhető tanulmányok, amelyek a technológiára, a mintára, illetve a tesztekre jellemző paramétereket állították középpontjukba, valamint a Magyarországon folytatott összes média-hatásvizsgálat. Nem kerülnek figyelembevételre azok a tanulmányok, amelyekre igazak az alábbiak valamelyike:

- nem megfelelően dokumentáltak
- nem derül ki, hogy figyelmet fordítottak-e az azonos teszt reprezentációra,
- nem derül ki, hogy mennyire heterogén, mennyire megfelelő infrastruktúrán teszteltek,
- nem megfelelő mintakialakítást alkalmaztak,
- csak az átlagok összehasonlítására koncentráltak,
- számítógéptől eltérő architektúrát alkalmaztak.

2.2.2. Médiahatás-vizsgálatok eredményei a technológiai paraméterekre

A média-hatásvizsgálatok egy területe, nemcsak a közvetítő médiát, hanem annak jellemző tulajdonságait, azok tesztelésre és a tesztelés eredményeire vonatkozó befolyásoló szerepét is vizsgálta, összehasonlította (Molnár, 2010). A technológiai paraméterekre vonatkozó vizsgálatokat a tesztelés során használt eszközök, igényelt tevékenységek szerint csoportosíthatjuk. A tesztelt információfeldolgozását befolyásolják a megjelenítéshez kapcsolható monitort jellemző paraméterek (méret, felbontás, jelfrissítési frekvencia stb.), a szövegmegjelenítés paraméterei (betűtípus, szín, sortávolság stb.) megjelenítés sebessége (internet sávszélessége), a tesztelési felület vezérlése (görgetés, lapozás, visszalépés), a használt architektúra (laptop vagy asztali gép).

A számítógép vezérlésére, a válaszok rögzítésére két eszközt használunk, a billentyűzetet és az egeret. A billentyűzetre kevés kísérlet vonatkozott, ennek a vizsgálatát az architektúrával együtt célszerű bemutatni. 2014-től a képernyő-billentyűzet esetében folynak pilot vizsgálatok, a billentyűk méretével kapcsolatos használhatósági kérdésekről (lásd: Armand, Redick és Poulsen, 2014). Az egér használatánál nem feltételezzük, hogy az egyes típusok közötti különbségek befolyásolnák a tesztelést. Nem jellemzőek az átlagosnak tekintett típusoktól jelentősen eltérő kialakítású, formájú egerek, amelyeknél hipotetizálható volna médiahatás.

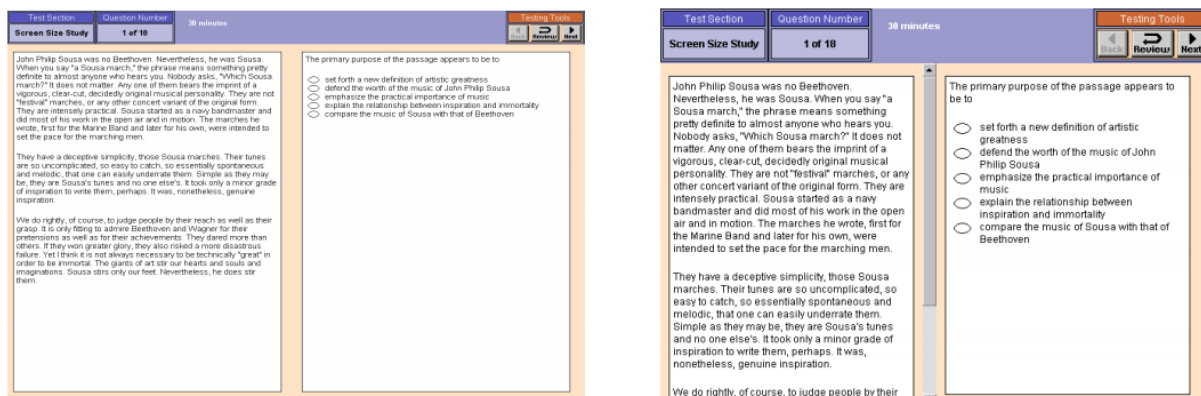
Annak ellenére, hogy a témában kutatók elismerik a technológia tulajdonságainak befolyásoló hatását, kevés vizsgálat állította középpontjába az infrastrukturális paramétereket. Két munka foglalja össze az eddigi kutatások eredményeit: Leeson (2006) és Waters és Pommerich (2007), amelyekre alapozva építettem fel a következő részeket. A kétezres évek közepétől nem jellemzőek az ilyen típusú vizsgálatok, inkább az új platformokkal megjelenő újfajta változók szerepét kutatják a legtöbb esetben (Illingworth és mtsai, 2014).

A feladatok megjelenítéséhez kapcsolható paraméterek

A monitoron megjelenő információk méretét, minőségét, elrendezését összességében az információfeldolgozási folyamatokat befolyásolják:

- Monitorjellemzők:
 - monitor mérete (képátló),
 - az oldalainak aránya (pl.: 4:3 vagy 19:6),
 - felbontása (amit befolyásol a grafikusártya felbontása is).
- tesztelést végző program (online mérés esetén a webböngésző) által használt paraméterek:
 - betűméret
 - betűtípus
 - betűszín
 - háttérszín
 - szöveg elrendezése
 - sorok hossza
 - sorköz nagysága
 - bekezdések közötti távolság.

Ezeknek a paramétereknek a különböző kombinációi eltérő módon jeleníthetik meg ugyanazt a feladatot (22. ábra).



22. ábra

*Ugyanannak a feladatnak a megjelenítése egy 17 inch átmérőjű monitoron, bal oldalon 1024*768-as felbontással, jobb oldalon 640*480-as felbontással (Forrás: Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003)*

Dillon, Richardson, és McKnight (1990) kísérletében egy cikket mutatott be 20 vagy 60 soros kijelzőn, amelyen a szöveg felosztást (a bekezdések egymást követő képernyőkön való folytatását) is manipulálták. Négy alapesetet vizsgáltak, mindegyikhez harminckét résztvevőt rendelve. Azt állapították meg, hogy nem volt jelentős hatással sem a kijelző mérete, sem a szöveg felosztása. Statisztikailag nem jelentős mértékben a nagyobb méretű képernyőkön eredményesebbek voltak a teszteltek. A kisebb kijelzőn dolgozók hetvenöt százaléka szívesebben használt volna nagyobb képernyőt.

Kingery és Furuta (1997) a felbontás és a monitor mérete mellett a betűtípus, a betűméret hatását is tanulmányozta. A résztvevőknek egy véletlenszerűen kiválasztott szövegblokkot mutattak, és megkérték őket, hogy olvassák el és írják le a lehető legapróbb szavakat egy gyors megtekintés után. 14, 20 és 24 pontos betűket, 14, 19 colos monitorokat és 640*480, illetve 1024*768 pixel-es felbontást használtak. Az eredmények szerint jelentős kölcsönhatás van a manipulált tényezők között, illetve a legolvashatóbbnak a *Times New Roman*, valamint az *Arial* betűtípusokat találták. A 20 pontos méretű szöveget olvashatóbbnak találták 4-ből 3 betűtípusnál (a 24 pontos méret volt a legjobb a *Times New Roman* esetében). A monitorméret és a felbontás közötti kölcsönhatás szerint a nagyobb felbontás hatékonyabb volt a 14 colos monitorok esetén. Ugyanakkor legjobb kombinációnak a kisebb 640*480 pixel-es felbontás 19 colos monitorokon bizonyult. A 14 colos képátlójú monitort kedvelték a legkevésbé a felhasználók, függetlenül a felbontástól. A karakterek jellemzőinél a betűméretet sokkal jelentősebb tényezőnek ítélték meg a betűtípusnál.

Paceho, Day, Cribelli, Jordan, Murry és Persichitte (1999) 185 diákot kértek meg, hogy rangsoroljanak négy különböző kombinációjú menüt bemutató képernyőképet (különböző betűméreteket, térközöket alkalmaztak, az esetek felében lapozni kellett a menüelemek között). Minden monitor 15 colos méretű volt, és 640*480 pixel-es felbontást állítottak be rajtuk. A felhasználók a nagy betűket és dupla sortávolságokat kedvelték mindkét menütípus esetében.

Hasonló eredményre jutott *Chen, Jackson, Parsons, Sindt, Summerville, Tharp, Ullrich és Caffarella* (1996) is. A szerzők véletlenszerűen rendeltek 163 felsőoktatásbeli diákot négy állapothoz (10, 12, 14 és 16 pontos betűméret), és megírátták velük a *Nelson-Denny* olvasási tesztet (*Brown, Fishco és Hanna*, 1993). Minden változat görgetendő ablakban jelent meg a 14 colos méretű monitoron, és 15 percet kaptak a feladatok megoldására. Habár nem volt különbség a csoportok között a szövegértési feladat megoldásában, a 14-es és 16-os méretű betűket használó résztvevők sokkal elégedettebbek voltak, és a 16-os betűméretet jelezték a legjobbnak.

Jacko, Sears és Borella (2000) a megjelenítés sebességét és a megjelenített dokumentumok típusának hatásait (csak szöveg vagy szöveg grafikával) vizsgálta. Jelentős összefüggést állapítottak meg, mely szerint a preferált információfeldolgozás függ a késedelem hosszától és a dokumentumok típusától. A csak szöveget tartalmazó dokumentumok esetében kevésbé zavarta a megoldókat a késés, ellentétben a szöveg mellett grafikát is tartalmazó feladatoknál. A megítélést befolyásolta a számítógép-használat gyakorisága.

Bridgeman, Lennon és Jackenthal (2003) kutatásában a monitort jellemző paraméterek mellett a megjelenítés sebességének (az internetkapcsolatban sáv szélessége) hatását is vizsgálták a teszteredményekre vonatkozóan. A *Scholastic Achievement Test* (SAT) nyelvtani és matematikai részét oldatták meg 357 középiskolással. A résztvevőket hat feltétel egyikéhez rendelték: 15 colos monitort 640*480-as felbontással, 17 colos monitor 640*480-as felbontással és 17 colos monitort 1024*768-as felbontással alkalmaztak úgy, hogy a megjelenítés sebessége minden fenti típust két további almintára bontott aszerint, hogy „késleltetett” vagy „nem késleltetett” volt az információkövetítés. A késleltetettnél 5 másodperces késést állítottak be az elemek betöltése között. *Arial* betűtípust és „kis” (*small*) betűméretet alkalmaztak a böngészőkben. Minden feladatrészt megoldására bőven elegendő időt biztosítottak. A szerzők nem találtak jelentős különbséget az eltérő feltételek közé tartozó kitöltők között a matematikai részben. A nagyobb felbontású kijelzőn dolgozó résztvevők a képernyő méretétől függetlenül jobban teljesítettek a nyelvtanteszteken. Ez a megállapítás nemtől és képességeiktől függetlenül fenn állt. Nem mutatkozott jelentős különbség a késleltettség tekintetében, habár a matematikai eredmények jobbak voltak a nem késleltetett gépeken.

Leeson (2006) szintetizáló eredményei alapján a betűtípusok tekintetében a *Times New Roman* és *Arial* betűtípusok mellett a *Comic* betűtípust is ajánlja olvashatóság tekintetében 12-es és 14-es betűméreten. A szöveg megjelenítésében az egyhasábos megjelenítést javasolja, melyben a diákoknál az optimális sorhossz 45 karakterben, felnőtteknél 75-100 karakterben állapítja meg.

Hollands, Parker, McFadden és Boothby (2002) a monitorok típusát hasonlították össze. Hipotézisük szerint a monitorok fényerőssége és tükröződése befolyásolhatja az olvashatóságot. A katódsugárcsőes (CRT) kijelzők a tükröződés mértékében különböznek a folyadékkristályostól (LCD). A CRT monitoroknak két tükröződési forrásuk is van, míg az LCD-k kevésbé tükröződnek. *Hollands* és munkatársai megállapították, hogy a pixelek megjelenítése sokkal élesebb az LCD-ken, mint a CRT-ken. A látószög szintén fontos tényezője egy kijelzőnek. Csökkentett fényerősséget és színtorzulást okozhat egy LCD látószögön kívülről való megfigyelése. Az eredmények értelmezéséhez az is hozzátartozik, hogy a kétezres évek elején a 60⁰-os látószöggel bíró LCD monitorok is elterjedtek voltak a piacon, ezzel

szemben a manapság jellemző érték 140^0 . A jelen és jövő kérdése, hogy a manapság terjedő (O)LED monitorok milyen jellemzőkkel bírnak, a technikai fejlődés tudatában feltehetőleg még ideálisabb olvashatóságot biztosítanak.

A tesztelési felület vezérlése

A megjelenítő eszközök különböző paramétereinek kombinációi jelentősen befolyásolják, hogy a feladathoz tartozó információk elérnek-e egy képernyőképen. Amennyiben beállítások, feltétel ellenőrzések nem vonatkoznak ennek az esetnek a kezelésére, akkor automatikusan a programok úgy oldják meg a problémát, hogy a görgetősáv lefele görgetésével juthatunk el a képernyőoldal további elemeihez (21. ábra). A másik megoldás esetében, amennyiben a feltételellenőrzés igazolja, hogy nem férnek el az elemek egy képernyőképen, akkor a felhasználó léptető gombok (előre, vissza) segítségével lapozhat az egyes képernyőoldalak között. A különböző vizsgálatok ezeknek a megoldásoknak a médiahatását vizsgálták.

Dyson és Kipping (1998) a megjelenítés két, olvashatóságot érintő tulajdonságát vizsgálta: sorhossz (25, 40, 55, 70, 85, és 100 karakter/sor) és mozgatás módja (lapozás vagy görgetés). Emellett az olvasási arányt (egy dokumentum teljes elolvasására szánt időt) is felmérte. Az eredmények alapján a hosszú sorok gyorsabban olvashatóak, de a mozgatás módja között nem volt jelentősebb eltérés. A szöveg megértése nem különbözött jelentősen a sor hosszától vagy a mozgatás módjától. A szerzők megállapították, hogy nincs összefüggés az olvasás könnyebbnek érzékelése és a teljesítmény között.

Bernard, Fernandez és Hull (2002) pontosította az eredményeket a sorhossz tekintetében és megállapította, hogy az életkornak meghatározó szerepe van a preferált sorhossz tekintetében. A 9-12 éves tanulók a rövidebb 45 karakter/sor arányt kedvelték, míg a felnőttek (18-61 évesek szerepeltek a mintában) a 76 karakter/sor sűrűséget. A 132 karakter/sort kedvelték életkortól függetlenül a legkevésbé a tesztelték, még ha ez kedvezően is hat a görgetésre. Az eredményességet ugyanakkor nem befolyásolták szignifikánsan a sorhosszok.

Higgins, Russell és Hoffman (2005) a bemutatás módjának hatásairól szóló tanulmányukban összehasonlították olvasási tesztek papír alapú, számítógépes görgetés, illetve lapozással működő tesztek eredményeit. A minta 219 negyedik osztályost tartalmazott, akiket véletlenszerűen rendelt hozzá a megoldási körülmények egyikéhez. A tesztelés *Apple iBooks* 12 colos képernyőjű számítógépen történt egér segítségével. A szerzők nem állapítottak meg jelentős pontkülönbséget a bemutatási módok között, de felhívták a figyelmet, hogy a mintájukban szokatlanul magas arányban szerepeltek számítógép-hozzáférési és jó anyagi háttérrel rendelkező diákok. Az eredmények mintája arra utal, hogy azok a tanulók, akiknek görgetniük kellett hátrányban voltak, különösen a kevesebb számítástechnikai ismerettel rendelkezők. A szerzők úgy találták, hogy a magasabb számítástechnikai ismeretekkel rendelkező tanulók több pontot értek el a szövegértésen mindhárom módon.

Különböző architektúrák befolyásoló szerepe

Powers és Potenza (1996) eredményei alapján a laptopokon és az asztali számítógépeken összehasonlítható eredmények érhetőek el. Kutatásukban különböző számítógéptípusokon ugyanazt a képernyőfelbontást alkalmazták az amerikai egyetemi felvételi teszteket (GRE – *Graduate Record Examination*) felhasználva. A tesztet 9 főiskoláról 201 diplomás és nem diplomás töltötte ki, akiknek legalább minimális gépelési jártasságuk volt. A résztvevők a GRE nyelvtani, matematikai és esszé részét teljesítették. A pontok közötti korrelációk az asztali és laptop gépeken nagyjából egyformán megbízhatónak bizonyultak a nyelvtani ($r=0,87$) a matematikai ($r=0,82$) tesztek egyes részein. A számítógéptípusok közötti korreláció az esszé résznél alacsonyabbnak ($r=0,69$) bizonyult. A szerzők megállapították, hogy a két esszé kérdés közül az egyiknél szignifikáns hatással volt a számítógép típusa. A válasz megfogalmazását megnehezítette a lapon a kisebb méretű billentyű használata, és mérsékelt hatással volt az eredményekre ($d=0,24$). A szerzők a reakciókat is feljegyezték, ami megmutatta, hogy a résztvevők 48 százaléka érezte a teszteket könnyebbnek asztali gépeken. A két legáltalánosabb panasz a billentyű elhelyezkedésére és a képernyő méretre vonatkozott. A résztvevők 90 százaléka minden kérdést egyformán nehéznek ítélt mindkét számítógépen. A szövegértési feladat volt az egyetlen, amiben a résztvevők a kérdéseket nehezebbnek érezték lapon.

Horkay, Bennett, Allen és Kaplan (2005) hasonló eredményre jutottak kis tétű szummatív teszteknél: a NAEP-es laptopokon a diákok rosszabbul teljesítettek, mint az iskolai asztali gépeken. Ezen eredményeknél azonban érdemes megjegyezni, hogy az elmúlt évtizedben jelentősen csökkentek a különbségek a billentyűzet és a képernyő minőségét illetően a laptopok és az asztali számítógépek között.

Konklúzió

A bemutatott tanulmányok szintetizálását nehezíti, hogy bizonyos kutatások azt állapítják meg, hogy a különbségek egy környezeti tényezőnek tudhatóak be (pl.: a kijelző mérete), de nem vettek figyelembe egy másikat (pl.: a kijelző felbontása). Muter (1996) közel 50 változót sorol fel, ami megjelenítés szempontjából hatással lehet az eredményekre. Ezen változók egy része, akár az eszközhöz nem is kötődik, még is moderálhatja az információfeldolgozást, például a monitor és a tesztelt távolsága, a monitor helyzete (lefele, előre, vagy felfele kell néznie a teszteltnek, szemüveges-e a megoldó). Ezek mind megnehezítik, hogy tiszta képet alkossunk az egymástól független környezeti tényezők teljesítményre gyakorolt hatásáról. Nagy gyakorlati jelentősége van a tényezők közötti különbségtételnek is: néhány könnyen módosítható (pl.: betűméret), néhány pedig nehezebben (pl.: a képernyő mérete). A technológia állandó fejlődése miatt egyes változók lényegesebbek lesznek (pl.: érintőképernyő), míg mások háttérbe szorulnak (pl.: CRT monitorok), ennek következtében új kombinációjú hatások érvényesülnek, amelyek újabb médiahatás-vizsgálatokat igényelnek.

Az olvashatóság tekintetében két tényező ellentétes hatását láthatjuk érvényesülni. Egyrészt a karaktereknek megfelelő nagyságúaknak és típusúaknak kell lenniük, kényelmesen nagy sorközzel, egy hasábra rendezve, maximalizált karakter/sor számmal.

Ez a megállapítás igazolja az olyan ellentétesnek tűnő eredményeket, amikor a nagyobb monitoron a felhasználók a kisebb felbontást választják, ezzel együtt a rosszabb képi minőséget azért, hogy karakterek nagyobb méretben jelenhessenek meg. A nagyobb méretű, kényelmesebb szövegelrendezés jelentős helyigénnyel bír. Ugyanakkor, azaz ideális, ha a feladat egy képernyőképet foglal el, mivel mind a görgetés, mind a lapozás befolyásolhatja az eredményességet, így viszont elég szűkös a korlát a megjeleníthető információk összes mennyiségére.

Amennyiben elkerülhetetlen a felhasználó interaktivitása, akkor *Leeson* (2006) megállapítása szerint a lapozás ideálisabb, mert jobban hasonlít a papír alapú médiumhoz: a fókuszban álló szövegrész fix pozícióban van, nem változtatja a helyét, jobban memorizálható, könnyebben folytatható az információfeldolgozás vagy a felidézés. Ezzel ellentétben a görgetésnél nincsenek ilyen fix pontok, szövegfeldolgozást segítő megoldások.

Összefoglalóan, a megjelenítés szempontjából a leglényegesebb komplex változó azt írja le, hogy mennyi információ tud megjelenni egy képernyőképen úgy, hogy a szövegfeldolgozás optimális feltételek mellett történik (2. táblázat). Erre az összetett változóra ható többi változó érdemel elsődleges figyelmet a széles változói körből. Például nem elég önmagában a betűméret, mert azt befolyásolja a monitor mérete, vagy annak a felbontása. A vizsgálatok a különböző elrendezésekhez kapcsolódó eredményesség mellett a teszteltek preferenciáit is vizsgálták. Az eredmények szerint (*Dyson és Kipping*, 1998) nincs kapcsolat aközött, hogy egy adott konfigurációt valaki könnyűnek vagy nehéznek ítél meg és milyen teljesítményt ér el rajta, ugyanakkor fontos tényező, hogy a megoldók komfortosnak érezzék a tesztkörnyezetet. Az elektronikus tesztelés elterjedésében kulcsszerepe van annak, hogy pozitív attitűdökkel forduljanak a teszteltek az új médiumhoz.

Az egy képernyőképen való elférési igénynek nem várt látens következményei is lehetnek, például a matematika feladatok jellemzően rövidebbek, elférnek egy képernyőképen, szemben a szövegértési feladatokkal, amelyek tipikusan hosszabbak. Így egy műveltségterülettől függő médiahatás is hipotetizálható (szövegértési feladatoknál nagyobb a médiahatás, mint matematikánál) úgy, hogy valójában annak nem a tartalmi elemekhez, hanem a feladatok szöveg hosszához van valódi köze. Az is megjegyzést érdemel, hogy egy valós mérési szituációban könnyen elképzelhető, hogy ugyanannál a feladatnál az egyik diáknak nem kell görgetnie a feladatot, a másiknak egy kisebb méretű monitoron pedig igen. A probléma kezelésére a nemzetközi szervezetek iránymutatásai adnak segítséget, amelyeket a következő fejezetben mutatok be.

2. táblázat. Technológiai paraméterek médihatásvizsgálatainak összefoglalása

Környezeti tényező	Milyen hatást fejt ki?	Milyen következményei vannak?
Az internetkapcsolat sebessége	Az információ betöltésében késés áll fenn.	Elveszi a kitöltő kedvét a válasz átnézésétől és szorongást okoz az időkorlátos teszteknel. <i>Jacko, Sears és Borella (2000)</i> szignifikáns hatást állapít meg. Csak szöveges feldolgozásnál kisebb, szöveg és grafikus elemeknél nagyobb hatás mutatkozik. <i>Bridgeman, Lennon és Jackenthal (2003)</i> eredményei hasonló irányúak, de nem szignifikánsak.
Kijelzőméret	A kijelzett információ méretét befolyásolja, de nem érinti a mennyiségét.	A képernyő felbontásával és a beállított betűmérettel együtt határozzák meg elsősorban az egy képernyőképen megjeleníthető információk össz mennyiségét. A preferenciákat kutató tanulmányok szerint a nagyobb képernyőt jobban kedvelik a teszteltek (<i>Kingery és Furuta, 1997; Leeson, 2006</i>).
Képernyő felbontása	Hatással van mind a méretre, mind a megjelenített információ mennyiségére.	A felbontás jelentős hatással van az olvashatóságra és teszteken elért teljesítményre (<i>Powers és Potenza, 1996; Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003</i>) A felhasználók preferenciája a felbontásra vonatkozólag eltér a képernyő méretének függvényében. <i>Leeson (2006)</i> nagyobb felbontásnál jobb olvashatóságot állapít meg illetve, hogy kevésbé fárasztja a szemet.
Betűméret	A képernyőn látható szöveg mennyiségét befolyásolja.	A felhasználók a nagyobb betűket preferálták, de kevesebb (<i>Paceho és mtsai, 1999</i>), mint 25 százalékuk szerint a betűméret nem befolyásolta a teszt kitöltését (<i>Kingery és Furuta, 1997</i>).
Betűtípus	Befolyásolja a szövegfeldolgozás tempóját, hatékonyságát	<i>Times New Roman, Arial</i> betűtípusok bizonyultak a legjobbaknak (<i>Kingery és Furuta, 1997</i>), <i>Leeson (2006)</i> szerint a fiatalabbaknál a <i>Comic</i> is.
Sorok hossza	Befolyásolja a szövegfeldolgozás hatékonyságát	Gyerekek esetében a rövidebb 45 karakter/sor, felnőttek esetében a hosszabb 73 karakter/sor arány a kedveltebb (<i>Bernard, Fernandez és Hull, 2002</i>)
Görgetés/lapozás	Az egy képernyőn látható szöveg mennyiségét befolyásolja.	Mindkettő hátrányos lehet a teljesítményekre (<i>Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003</i>) A két megoldás közül a lapozás tűnik előnyösebbnek (<i>Leeson, 2006</i>).
Monitor, számítógép típusa	Különböző mértékű tükröződés, a kijelző és billentyűk méretének eltérése.	Nem találtak különbséget a CRT és az LCD kijelzőknél sem olvashatóság sem olvasási sebesség tekintetében, de a résztvevők kényelmetlenséget jeleztek a CRT kijelzőkkel kapcsolatban. Az LCD monitorok élesebben jelenítik meg a képet (<i>Hollands és mtsai, 2002</i>). Pontkülönbséget jegyeztek le az esszéírásnál és a résztvevők 48 százaléka az asztali számítógépet érezte könnyebbnek (<i>Powers és Potenza, 1996; Horkay és mtsai, 2005</i>).

2.2.3. Teszt- és itemparaméterek médiahatásra gyakorolt befolyása

A tesztjellemzők tekintetében a tesztelés algoritmusa, a tesztben való mozgás lehetősége, az itemek reprezentációja, az itemek típusa és a tesztelték megoldási stratégiája képezi a vizsgálatok tárgyát.

A tesztelési algoritmuson belül fix sorrendű, adaptív és véletlenszerű algoritmusokat különböztetünk meg. Mivel papír alapon csak a fix sorrendű tesztelés valósítható meg, ezért az összehasonlító vizsgálatok szempontjából egy külön problémaosztálynak tekintjük a papír és számítógép alapú adaptív tesztelés összehasonlítását, és nem tekintjük a dolgozat tárgyának. A véletlen sorrendben kiköszvetített itemek esetén feltételezzük, hogy amennyiben papír alapon lényeges a sorrend, úgy attól elektronikus alapon sem térnek el a tesztszerkesztők. Amennyiben nem lényeges az itemek sorrendje, úgy azt feltételezzük, hogy nem is befolyásolja a médiumok közötti ekvivalenciát, illetve nem ismerünk olyan kutatást, ami ezt a kérdést vizsgálta volna.

Kevés vizsgálati paraméter esetében olyan konzisztensek az eredmények és következtetések, mint az azonos itemreprezentáció esetében. Már a kezdeti meta-analízisek (Mazzeo és Harvey, 1988; Mead és Drasgow, 1993) is összegzik, hogy amennyiben formailag a számítógépen megjelenített itemek követték a papír alapú változatot, akkor a médiahatás mértéke kisebb lett. A témában született elsődleges tanulmányok alátámasztják és megerősítik ezt a kutatási eredményt (Pommerich, 2004; Wilhelm és Schroeders, 2008; Bennett és mtsai, 2008; Wang és Shin, 2009; Csapó és mtsai, 2012; Redecker és Johannessen, 2013). Dimock és Cormier (1991) és Hofer és Green (1985) empirikus eredményei szerint a képernyőn egyszerre egy feladat megjelenítése javasolt, abban az esetben is, ha több feladat is elférne optimális megjelenítési paraméterekkel.

A tesztben való mozgási lehetőség biztosítja, hogy a tesztelték egy válasz megadása után is visszatérhessenek az adott feladatra, és ott módosíthassák korábbi megoldásaikat. A számítógép alapú tesztelés kezdetén sok esetben a technikai megoldás egyszerűsítése miatt maradt el ez a szolgáltatás, illetve adaptív tesztelés esetén nem is értelmezhető ez a lehetőség. Az újranezhetőség (*item review*) és javíthatóság kérdését papír alapon is vizsgálták (Revuelta, Ximénez és Olea, 2003), azzal az eredménnyel, hogy a tesztelték valójában nem sokat változtatnak a korábbi válaszaikon, így az eredményeket sem jelentősen befolyásolja a javíthatóság. Spray, Ackerman, Reckase és Carlson (1989) valamint Luecht, Hadadi, Swanson és Case (1998) szerint sem befolyásolja az eredményeket a módosítási lehetőség, illetve a két médiumot összehasonlítva sem találtak szignifikáns különbséget. Luechték azonban megjegyzi azt is, hogy a válaszadók 20%-a ennek a szolgáltatásnak a hiányát érzékelték a leginkább számítógép alapon. Vispoel (2000) többek között ezen oknál fogva is a válaszok javíthatósága mellett érvel, mivel a tesztelték javíthatják az elgépeléseiket, az item szövegének félreértésből eredő hibáikat; pillanatnyi memóriakiagyás miatt nem szenvednek hátrányt. Ezek a tényezők véleménye szerint mind növelhetik a CBA validitását. Ezt a hozzáállást képviseli Pommerich (2004) is, aki azt találta, hogy a lehetősége annak, hogy a tanuló kihagyhassa a feladatot, visszamenjen az adott feladatra, megnézze, módosíthassa, fontos paramétere a tesztelésnek. Vispoel (2000) eredményei ugyan nem igazolták iránymutatását: a tesztelt személyek 45%-a ugyan kihasználta a lehetőséget, de ez csak az esetek 4%-ban eredményezett helyes javítást. Vispoel vizsgálta az item javítás lehetőségének a kapcsolatát a teszt szorongással (*test anxiety*) és rugalmassággal (*test flexibility*) is, de nem mutatott ki egyértelmű kapcsolatot.

Revuelta, Ximénez és Olea (2003) sem talált a szorongással kapcsolatosan összefüggést, ugyanakkor kísérletükben a várható teljesítmény tekintetében pozitív hatással volt a tesztelt személyekre a válasz felülvizsgálatának lehetősége, ami egyúttal a tesztre fordított időt is megnövelte. Azok a megoldók, akiknek lehetőségük volt felülvizsgálni válaszaikat, sokkal inkább tartották lényegesnek ezt a szolgáltatást, mint azok, akik ezt nem vehették igénybe.

Amennyiben abból, az itemeknél már rögzített elvből indulunk ki, hogy a két médium közötti reprezentáció hasonló, akkor a médiahatás is kisebb, ezért feltételezhetjük, hogy ezek a tesztre is értelmezhetők, kiterjeszthetők. Az összehasonlíthatóság igénye esetén a teszt szintjén is érdemes a papír alapú médium tulajdonságait érvényesíteni, azaz biztosítani a visszanezézhetőség és a válaszok módosításának lehetőségét.

Az itemtípusok befolyásoló erejére vonatkozó kutatásokat két okból is nehéz szintetizálni, egyrészt a kutatások jelentős hányada zártvégű feleletválasztós feladatokat alkalmaz (*Johnson és Green*, 2006), másrészt a vizsgálatok nem az itemek típusa, viselkedése alapján közelítik meg a médiahatás kérdését (*Bennett és mtsai*, 2008). Ebből kifolyólag a megoldási stratégiák módosulásának megismerése is korlátozott, mivel a feladattípusa nagyban meghatározza az alkalmazott feladatmegoldó tevékenységek körét. *Park* (2010) vizsgálta, hogy ugyanazon kérdések feleletválasztós és rövidválaszt igénylő formájában van-e különbség az eredmények között, eredményei alapján a feleletválasztós tesztek magasabb pontszámot eredményeznek, mint a rövid választ igénylők. *Bennett* (2010) és *Horkay, Bennett, Allen, Kaplan és Yan* (2006) szerint nem ugyanannak a konstruktumnak a mérése történik meg ilyen esetben, így nem összevethetőek az eredmények.

Peak (2005) és később *Kingston* (2009) is úgy foglalja össze a csak feleletválasztós itemeket tartalmazó tesztek eredményeit, hogy azok évfolyamtól és műveltségi területtől függetlenül ugyanúgy viselkednek papír és számítógép alapon. Nyíltvégű feladatoknál általános feltételezés, hogy nagyobb médiahatás tud érvényesülni, mivel a válaszok rögzítéséhez gépelési jártasság szükséges, ellentétben a zártvégű feladatoknál, ahol elegendő az egér használata. *Russell* (1999), valamint *Russell és Haney* (1997) munkái ezt igazolják, eredményeik alapján a szövegalkotó feladatok esetén a megoldók hátrányt szenvedtek a tesztmédium megváltozása miatt. *Russell* (1999) természettudomány, matematika és angol tárgyaknál vizsgálta a nyíltvégű feladatokat médiahatás szempontjából. Természettudomány esetében számítógépen teljesítettek jobban a diákok, a másik két tárgy esetében nem volt szignifikáns a hatás.

Matematika területén azoknál a nyíltvégű feladatoknál, amikor összetettebb számításra is szükség volt, negatívan befolyásolta a számítógépen teljesítőket, hogy a diákok hiába használhattak papírt a segédszámítások elvégzéséhez, nem éltek ezzel a lehetőséggel (*R. Tóth*, 2008), avagy problémát jelentett a számadatok papírra való másolása, majd az eredmények begépelése, azaz a két médium összeegyeztetése (*Johnson és Green*, 2006). (Részletesebben lásd a matematikára vonatkozó eredményeknél.)

Nyíltvégű feladatoknál olyan paraméterek is befolyásolhatják az eredményeket, mint a válaszmezők nagysága. Megállapítható, hogy a válaszadók a válaszmezők nagyságát az elvárt válasz jellegére vonatkozó útmutatóként értelmezik. Ugyanakkor az eredmények azt mutatják, hogy a válaszmező hossza jóval hangsúlyosabb a papír alapú kutatások feltételeit tekintve, mint a számítógép alapú kutatások tekintetében (*Fuchs*, 2009).

Összegzésképpen, a tesztben való mozgás nem befolyásolta az eredményeket, ugyanakkor a felhasználók preferálták ezt a lehetőséget, ami növelte a tesztben töltött időt. Az egyes itemtípusok között megmutatkozott különbségeket több paraméter is befolyásolta, például a terület vagy feladat nehézsége. A tesztek itemtípusai a tesztelt személyek által alkalmazott feladatmegoldási stratégiákat is meghatározták, amelyek eltérő paraméterekkel bírhatnak számítógép és papír alapon. Például összetett nyíltvégű feladatoknál szükség lehet számítógép alapon, papírra történő jegyzetelésre, számításokra, próbálkozásokra, ami újabb igényt/problémát jelent: össze kell egyeztetni a két médiumot. A kutatások legnagyobb része teszt szintű átlagokat hasonlított össze, és nem fókuszált az item szintű elemzésekre, ahol jelentős mértékű médiahatás lehet, amely a kiegyenlítő hatások következtében esetlegesen nem jelenik meg az összpontszámok különbségében (*Pommerich, 2004*).

2.2.4. A minta tulajdonságaira vonatkozó média-hatásvizsgálatok

A média-hatásvizsgálatok gyakori célterülete a minta háttéradatainak vizsgálata, úgymint a kor, nem, etnikum, szocioökonómiai státusz, tanulási eredményesség, számítógépes jártasság és eszközhasználati preferencia.

Az életkor szerepe

Az életkorra vonatkozó elemzések korlátja, hogy általában egy-két korosztályra fókuszálnak, majd széles körben általánosítják az eredményeket. Ennek következtében például általános iskolásoknál idősebbeket tesztelve állapították meg, médiahatást nem tapasztalva, hogy az életkornak nincs meghatározó hatása a két tesztkörnyezet közti különbségekben (pl.: *Way, Davis és Fitzpatrick, 2006*). *Russell (1999)*, *Bennett (2003)*, *Johnson és Green (2006)* több más kutatóval együtt kiemelik, hogy kevés kutatás történt általános, illetve azonbelül elemi iskola korban, és még ennél is kevesebben vizsgálták az óvodásokat. Az eredmények összességében pedig arra engednek következtetni, hogy indokolt az óvodások és az alsó tagozatosok különválasztása a felsőtagozatosok, középiskolások, felsőoktatásban tanulók és a felnőttektől.

Wang és mtsai (2007, 2008), valamint *Kingston (2009)* általános és a középiskolások médiafüggő viselkedésének meta-analíziseiben a kornak nem tulajdonítanak prediktív erőt a nyomtatott és a számítógépen elért tesztpontszámok különbségének tekintetében. Ugyanakkor megjegyzést érdemel, hogy mintájukban az általános iskolásokra vonatkozó tanulmányok kisebb arányban, első és második osztályosokra vonatkozó adatállományok pedig legfeljebb egy-egy darabszámmal fordultak csak elő.

Felső tagozatosokra (*Poggio és mtsai, 2005*; *Bennett és mtsai, 2008*), középiskolásokra (*Gallagher, Bridgeman és Cahalan, 2002*; *Johnson és Green, 2006*; *Way, Davis és Fitzpatrick, 2006*; *Oregon Department of Education, 2007*; *Puhan, Boughton és Kim, 2007*), felsőoktatásban tanulókra (*Clariana és Wallace, 2002*) és felnőtt dolgozókra (*Sinar, Reynolds és Pagnet, 2003*) vonatkozó tanulmányok egyértelműen fogalmaznak és azt állapítják meg, hogy a két médiumon elért eredményeket nem befolyásolta, hogy a tesztelték hány évesek.

3. táblázat. A többször hivatkozásra kerülő médiahatást vizsgáló tanulmányok főbb paraméterei

Szerzők, év	Terület	Elemzés (N _{CBA})	Korosztály	Alkalmazott feladattípus
Parshall és Kromrey, 1993	Graduate Record Examination (GRE), felvételi teszt	1114	felsőoktatás	feleletválasztó, rövid-hosszú választ igénylők
Gallagher, Bridgeman, és Cahalan, 2002	GRE, SAT, GMAT1, GMAT2, Praxis olvasás és fogalmazás felvételi tesztek	1732	12. évf.	feleletválasztó, rövid-hosszú választ igénylők
Choi és Tinkler, 2002	matematika és szövegértés	N ₃ ~800 N ₁₀ ~800	3,8. évf.	feleletválasztó
Clariana és Wallace, 2002	informatika	105	felsőoktatás	feleletválasztó
Clariana és Wallace, 2005	üzleti kurzushoz tartozó	144	felsőoktatás	feleletválasztó
Poggio és mtsai, 2005	matematika	2861	7. évf.	feleletválasztó
Sim és Horton, 2005	természettudomány	20	1-2. évf.	párosítás
Horkay és mtsai, 2006	fogalmazás	2878	8. évf.	feleletválasztó, esszé
Pomplun, Ritchie és Custer, 2006	Initial-Skills Analysis (alapvető képességek vizsgálata)	~500 korosztály-onként	óvodások, 1-3. évf.	feleletválasztó
MacCann, 2006	komputációs képességek (computing skills)	14248	9-10. évf.	alternatív, párosítás, feleletválasztó
Johnson és Green, 2006	matematika	104	4-5. évf.	feleletválasztó, rövid és hosszú szövegalkotó feladatok
Way, Davis és Fitzpatrick, 2006	matematika, szövegértés, természettudomány, szociológiai (social science) tanulmányok	N _{7,8} ~1000 N _{10,11} =100-715	7, 8. és 10, 11. évfolyam	feleletválasztó, feleletalkotó
Oregon Department of Education, 2007	matematika, szövegértés, természettudomány	N _m , N _{sz} ~2700 N _t ~1500	M, SZ: 3-10. évf. T: 5,8,10. évf.	feleletválasztó
Puhan, Boughton és Kim, 2007	matematika, szövegértés, fogalmazás	~1000	12. évf.	M, SZ: feleletválasztó; F: feleletválasztó, esszé
Bennett és mtsai, 2008	matematika	1016	8. évf.	feleletválasztó, rövid és hosszú szövegalkotó feladatok
Barnes, 2010	Fonológiai tudatosság (Phonological Awareness Literacy Screening)	100	óvodások	nem ismert

Applegate (1993) 24 óvodást és 24 második osztályost vizsgált, akiknek geometriai feladatokat kellett megoldaniuk számítógépen és papír alapon. Mindkét korosztály szignifikánsan nehezebben teljesített számítógépen, és a két korosztály között is szignifikáns volt az eltérés a másodikosok javára. *Sim és Horton* (2005) húsz 7 és 8 évest vizsgált meg, amelyben az eredmények átlaga szignifikánsan nem különbözött, a pontszámok korrelációja pedig $r=0,65$ értéket mutatott. Eredményei viszont kétségbe vonhatóak, mivel papíron szövegmező kitöltését igényelték a feladatok, addig ezt számítógépen *drag&drop* (fogd és vidd) technikával kellett megoldani, ami elegendő különbség ahhoz, hogy különböző feladatokról beszéljünk. *Barnes* (2010) 3 és 6 év közötti 100 óvodást vizsgálva megállapította, hogy a tesztelés médiuma jelentős tényező, a gyerekek mind a számítógép perifériáit, mind a tesztprogram használatát tekintve gyakorlást igényelnek ahhoz, hogy eredményesen használhassák azokat. Tesztelés közben az óvodások számára szükséges volt a felnőttek segítsége, elsősorban az egér használatát illetően, másodsorban abban, hogy hogyan lehet végigmenni a teszt egyes lépésein.

Choi és Tinkler (2002) harmadikosokat és nyolcadikosokat vizsgált matematika és szövegértés területén. A harmadikosoknál jelentősebb eltérést talált a két médiumon nyújtott teljesítmények között, mint a nyolcadikosoknál, amit a szerzők egyértelműen az életkor hatásának tudnak be. *Pomplun, Ritchie és Custer* (2006) óvodásokat, valamint 1-3. osztályosokat vizsgált *Initial-Skills Analysis* (alapvető képességek vizsgálata) tesztel. Mindegyik korosztályban szignifikáns különbségeket találtak, amelyek az életkor növekedtével fokozatosan csökkentek. A szerzők *Choi és Tinkler* (2002) eredményeire alapozva a számítógépes gyakorlottsággal hozzák összefüggésbe a különbözőségeket, miszerint ahogyan idősebb lesznek a diákok, úgy nő a számítógépes tapasztalatuk is.

Nem szerinti különbségek

A háttérváltozókra vonatkozó vizsgálatok tipikus területe a nemek szerinti összehasonlítás, azaz jobban befolyásolja-e az egyik nemet a teszt médiumának a megváltozása, mint a másikat. Az életkornál felsorolt kutatások közül *Barnes* (2010), *Horkay és mtsai* (2006), *Bennett és mtsai* (2008), *Clariana és Wallace* (2002, 2005), *Poggio és mtsai* (2005), *Sim és Horton* (2005), *Kingston* (2009) továbbá *MacCann* (2006) nem találtak különbséget médiahatás szempontjából a nemek között.

E vizsgálatok eredményeivel szemben *Parshall és Kromrey* (1993) 1114 végzős diákot vizsgált *Graduate Record Examination* (GRE), felvételi teszteken, arra az eredményre jutva, hogy a lányok számítógépen szignifikánsan hátrányt szenvednek (alacsony hatásmérettel), de a teljesítményük megegyezik a papír alapú eredményeikkel. *Gallagher, Bridgeman és Cahalan* (2002) szintén ezt a korosztályt vizsgálva 1732 fővel, GRE, SAT, GMAT1, GMAT2, Praxis olvasás és fogalmazás felvételi tesztek alkalmazva állapít meg szignifikáns különbséget a lányoknál a papír alapú médium javára, ugyanakkor a szerzők kiemelik, hogy a hatásméret alacsony volt, és a felvételi tesztek céljaikat számítógép alapon is eléri. *Horne* (2007) is hasonló eredményre jutott elsős (N=45), harmadikos (N=126) és ötödikes (N=71) angol és walesi tanulókat különböző képességtesztekkel mérve: papíron a lányok szignifikánsan jobban teljesítettek bizonyos feladatoknál (elsősorban helyesírásra vonatkozóan). Magyarázatként feltételezték, hogy a fiúk többet használnak számítógépet, illetve a fiúk inkább a

dinamikus/mechanikus szövegeket, míg a lányok a szociális interakciókat tartalmazókat (*Baron-Cohen, 2004*) kedvelik. Ez utóbbiból viszont kevesebb fordul elő a teszteken.

A nemek szerinti különbözőség tekintetében a legjelentősebb eltérésekről a PISA 2006-os számítógép alapú próbamérést bemutató tanulmányban számoltak be. Izlandon a lányok jelentősen jobban szerepeltek, mind a szövegértési, mind pedig matematika feladatokban, mint a fiúk. Viszont mindhárom résztvevő országban (Izland, Dánia és Korea) a fiúk jobban teljesítettek a tudományos műveltség tekintetében. A háttérben lévő okokra magyarázatként a szerzők feltételezték, hogy a fiúk azért teljesítenek jobban, mert jobban motiváltabbak CBA környezetben, mint a lányok; gyakrabban használják a számítógépeket, így a jártasságuk, magabiztosságuk is nagyobb. Azonban az eredmények sem a motivációt, sem a számítógépes jártasságot nem találták teljesítménybefolyásoló tényezőnek. Az eredményességért tett erőfeszítés változóját elemezve mutatkozott különbség, miszerint a fiúk fontosabbnak találták a CBA-n való jól teljesítést, mint a PP-n, a lányokkal ellentétben, akik fordítva viselkedtek. Továbbá a nehezebb feladatoknál a fiúk jobban teljesítettek, illetve a szerzők megjegyzik, hogy a tesztekben alkalmazott videókban kizárólag fiúk szerepeltek, amely növelhette a fiúk involváltság érzetét. A lányok előnyére magyarázatképp azt állapították meg, hogy a nagyobb olvasási terhet jelentő feladatoknál a fiúk papíron rosszabbul teljesítenek. Ez az előny a lányok esetében eltűnt, ha a feladat hossza 100 szó alatt volt, ez azt sugallja, hogy a PP-n az olvasás jobban fárasztja a fiúkat, amely arra ösztönzi őket, hogy többször „adják fel” a PP itemeket, mint a lányok. A 100 szónál hosszabb feladatoknál jellemzően görgetni is kellett az oldalt (*Halldórsson, McKelvie és Björnsson, 2009*).

Lee (2009) kritizálta ezen eredményeket, mivel szerinte nem lehetséges megtalálni azokat a pontos tényezőket, amelyek a különböző sémával rendelkező nemek különbségeit okozták a CBAS alkalmával. Ezt azzal indokolja, hogy több lényeges ponton különbözött a CBAS a papír alapú változattól a tesztelés rendszerét illetően, a feladatok prezentálásának módjában, valamint az itemek által igényelt tudás tárgyában is.

Kulturális, társadalmi rétegek szerinti különbségek vizsgálata

A PISA 2006 – CBAS nemek közötti vizsgálata rámutatott arra is, hogy szisztematikus különbség van az országok közt a médiahatás nagyságában. A nemek közti különbségek országonként változók, az attitűdök a számítógépes tesztelés tekintetében a különböző országokban eltérnek, nem polarizáltak abban a tekintetben sem, hogy a papír alapú felmérést vagy a számítógépeset kedvelik-e inkább (*Björnsson, 2008*).

A PISA CBAS számítógépen résztvevő országok száma háromról 2012-re már 32-re emelkedett (Magyarországgal együtt). A papír alapú tesztek számítógépes mérésekkel egészültek ki a komplex problémamegoldás, a matematika és a szövegértés területén. A távol-keleti országok a papír alapú eredményeikhez hasonlóan a számítógépes tesztelésen is az élmezőnyben végeztek. Sanghaj-Kína, Tajvan és Hongkong azon országok közé tartozik, amelyben átlagosan a legnagyobb pontszám különbség mutatkozott a két médium között (papír alapú javára), de még így is vezetik a számítógép alapú eredményeket. Az országok fele-fele arányban teljesítettek egyik vagy másik médiumon jobban, illetve rosszabbul. Ezek közül 15 országban, köztük Magyarországon sem jelentős az eltérés. A papír alapú mérésben átlag fölött teljesítő Lengyelország esetében a második legnagyobb különbség (-28 pont) a nyomtatott teszt

javára. A papír alapú mérésben leggyengébben teljesítő Brazília és Kolumbia esetében a legnagyobb pontkülönbség a számítógépes mérés javára, de ezzel a +24, illetve +20 ponttal is számítógépes mérésben részt vevők között az utolsók közt szerepelnek (23. 24. ábra). Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a papíron legjobban teljesítőkre negatívan, a leggyengébben szereplőkre pozitívan hat a médium megváltozása (Balázsi és mtsai, 2013).

Ha a képességszintek szerinti megoszlást vizsgáljuk, akkor is hasonló eredményt látunk, például Szlovákiában, ahol 9,6%-kal kevesebb az alapszint alatt teljesítő diákok száma a számítógépes feladatokban, mint papír alapon. Az európai országokat vizsgálva 5% fölötti ez a különbség Olaszországban (7,2%), Svédországban (6,2%) és Franciaországban (6%). A legnagyobb eltérést mutató Lengyelországban azt tapasztaljuk, hogy 6,5%-kal kevesebben nem érik el a 2. képességszintet, mint a számítógépes mérésben. Magyarország esetében nincs jelentős eltérés a papír alapú mérésnél az említettekhez képest. A legjobban teljesítőknél, a papír alapú és a számítógépes mérés között csak néhány országban van 5%-nál nagyobb eltérés, és ezekben az esetekben mindig a papír alapú mérés javára (Balázsi és mtsai, 2013).

Országok	Átlag-eredmény	S.H.	Helyezési tartomány			
			OECD-országok	Minden résztvevő		
			Leg-jobb helyezés	Leg-rosszabb helyezés	Leg-jobb helyezés	Leg-rosszabb helyezés
Szingapúr	566	(1,3)	▲		1	2
Sanghaj-Kína	562	(3,4)	▲		1	2
Korea	553	(4,5)	▲	1	2	4
Hongkong-Kína	550	(3,4)	▲		3	4
Makaó-Kína	543	(1,1)	▲		5	6
Japán	539	(3,3)	▲	2	5	7
Tajvan	537	(2,8)	▲		6	7
Kanada	523	(2,2)	▲	3	8	8
Észtország	516	(2,2)	▲	4	9	10
Belgium	511	(2,4)	▲	4	9	13
Németország	509	(3,3)	▲	4	9	14
Franciaország	508	(3,3)	▲	5	10	15
Ausztrália	508	(1,6)	▲	6	11	14
Ausztria	507	(3,5)	▲	5	10	15
Olaszország	499	(4,2)	●	9	16	21
Egyesült Államok	498	(4,1)	●	9	16	21
Norvégia	498	(2,8)	●	10	15	20
Szlovákia	497	(3,5)	●	10	16	21
Dánia	496	(2,7)	●	10	16	21
Írország	493	(2,9)	●	12	18	23
Svédország	490	(2,9)	▼	14	19	25
Oroszország	489	(2,6)	▼		20	25
Lengyelország	489	(4,0)	▼	13	19	25
Portugália	489	(3,1)	▼	14	19	25
Szlovénia	487	(1,2)	▼	17	19	22
Spanyolország	475	(3,2)	▼	20	21	26
Magyarország	470	(3,9)	▼	20	21	26
Izrael	447	(5,6)	▼	22	22	28
Arab Emírségek	434	(2,2)	▼		29	30
Chile	432	(3,3)	▼	23	23	29
Brazília	421	(4,7)	▼		31	31
Kolumbia	397	(3,2)	▼		32	32

23. ábra

*Az országok helyezési tartománya
számítógépes matematikafelmérés
eredményei alapján
(Forrás: Balázsi és mtsai, 2013)*

Országok	A számítógépes felmérés eredményének viszonya az OECD-átlaghoz	A papíralapú felmérés eredményének viszonya az OECD-átlaghoz	A két eredmény közötti különbség	S.H.
Brazília	▼	▼	24	(3,3)
Kolumbia	▼	▼	20	(2,5)
Egyesült Államok	●	▼	17	(2,2)
Szlovákia	●	▼	16	(2,0)
Olaszország	▲	▼	11	(3,2)
Franciaország	▲	●	13	(2,9)
Svédország	▼	▼	12	(2,6)
Chile	▼	▼	9	(2,5)
Norvégia	●	●	8	(2,7)
Oroszország	▼	▼	7	(2,5)
Kanada	▲	▲	5	(1,6)
Makaó-Kína	▲	▲	5	(0,6)
Ausztrália	▲	▲	4	(1,3)
Japán	▲	▲	3	(1,9)
Portugália	▼	●	2	(2,6)
Ausztria	▲	▲	2	(2,6)
Arab Emírségek	▼	▼	0	(1,9)
Korea	▲	▲	-1	(2,5)
Belgium	▲	▲	-4	(1,6)
Dánia	●	▲	-4	(2,0)
Németország	▲	▲	-4	(2,2)
Észtország	▲	▲	-4	(2,0)
Magyarország	▼	▼	-7	(2,4)
Szingapúr	▲	▲	-7	(0,4)
Írország	●	▲	-8	(2,5)
Spanyolország	▼	▼	-8	(3,0)
Hongkong-Kína	▲	▲	-12	(2,6)
Szlovénia	▼	▲	-14	(0,2)
Izrael	▼	▼	-20	(2,9)
Tajvan	▲	▲	-23	(2,4)
Lengyelország	▼	▲	-28	(2,5)
Sanghaj-Kína	▲	▲	-50	(2,6)

24. ábra

*A számítógép és a papír alapú matematika-
felmérés eredményei közötti különbség
országokként
(Forrás: Balázsi és mtsai, 2013)*

Szövegértés területen más-más konstruktum mérésére kerül sor digitális és nyomtatott alapon. Balácsi és mtsai (2013) egy „többé-kevésbé világos” tendenciát állapítanak meg, miszerint a digitális szövegértésben átlag fölött vagy átlagosan teljesítő oktatási rendszerek digitális eredménye jobb, mint a papír alapú szövegértésben. Ellentétben azokkal, akik a digitális médiumon átlag alatt szerepeltek, a nyomtatott szövegek értésében eredményesebbek voltak. Magyarország esetében majdnem fél képességszintnyi (38 pontos) különbség van a nyomtatott szövegek értése javára. Brazília, Svédország, Olaszország hasonlóan a matematikához, számítógépen teljesített jobban, Shanghai-Kína, Lengyelország, Spanyolország pedig a nyomtatott szövegek értésében volt eredményesebb (25, 26. ábra). Egy-két kivételtől eltekintve szisztematikusan mondhatóak az országok közötti eltérések a médiahatást illetően matematika és szövegértés területén, amelyek alapján kijelenthetjük, hogy a médiafüggő viselkedés kulturálisan eltérő paraméter.

Országok	Átlag- ered- mény	S.H.	Helyezési tartomány			
			OECD-országok		Minden résztvevő	
			Leg- jobb helyezés	Leg- rosszabb helyezés	Leg- jobb helyezés	Leg- rosszabb helyezés
Szingapúr	567	(1,2) ▲			1	1
Korea	555	(3,6) ▲	1	1	2	3
Hongkong-Kína	550	(3,6) ▲			2	4
Japán	545	(3,3) ▲	2	2	3	4
Kanada	532	(2,3) ▲	3	3	5	6
Shanghai-Kína	531	(3,7) ▲			5	7
Észtország	523	(2,8) ▲	4	6	7	10
Ausztrália	521	(1,7) ▲	4	6	7	10
Írország	520	(3,0) ▲	4	7	7	11
Tajvan	519	(3,0) ▲			7	11
Makaó-Kína	515	(0,9) ▲			10	12
Egyesült Államok	511	(4,5) ▲	6	10	10	15
Franciaország	511	(3,6) ▲	7	9	10	14
Olaszország	504	(4,3) ●	7	12	12	17
Belgium	502	(2,5) ▲	8	12	14	17
Norvégia	500	(3,5) ●	9	14	14	19
Svédország	498	(3,4) ●	9	14	14	19
Dánia	495	(2,9) ●	11	14	16	19
Németország	494	(4,0) ●	11	15	16	20
Portugália	486	(4,4) ▼	14	17	19	22
Ausztria	480	(3,9) ▼	15	18	20	23
Lengyelország	477	(4,5) ▼	15	19	20	24
Szlovákia	474	(3,5) ▼	16	20	21	25
Szlovénia	471	(1,3) ▼	18	20	23	25
Spanyolország	466	(3,9) ▼	18	21	23	27
Oroszország	466	(3,9) ▼			24	27
○ Izrael	461	(5,1) ▼	19	22	25	29
○ Chile	452	(3,6) ▼	21	23	27	29
Magyarország	450	(4,4) ▼	22	23	27	29
Brazília	436	(4,9) ▼			30	30
Arab Emírségek	407	(3,3) ▼			31	31
Kolumbia	396	(4,0) ▼			32	32

25. ábra

Az országok helyezési tartománya
szövegértési eredményei alapján
(Forrás: Balácsi és mtsai, 2013)

Országok	A digitális szövegértés- teszt- eredmény	A nyom- tatott szövegértés- teszt- eredmény	A két ered- mény közötti különbség	S.H.
	viszonya az OECD-átlaghoz			
Szingapúr	▲	▲	25	(0,4)
Brazília	▼	▼	23	(3,4)
Korea	▲	▲	19	(2,7)
Svédország	●	▼	15	(2,7)
Olaszország	●	▼	17	(3,4)
Egyesült Államok	▲	●	14	(2,8)
Szlovákia	▼	▼	11	(2,4)
Chile	▼	▼	11	(2,6)
Kanada	▲	▲	9	(2,3)
Ausztrália	▲	▲	9	(1,4)
Japán	▲	▲	7	(2,1)
Észtország	▲	▲	7	(2,3)
Makaó-Kína	▲	▲	6	(0,6)
Franciaország	▲	▲	5	(3,1)
Hongkong-Kína	▲	▲	5	(3,0)
Dánia	●	●	-1	(2,5)
Portugália	▼	▼	-2	(2,7)
Írország	▲	▲	-3	(2,8)
Tajvan	▲	▲	-4	(2,1)
Norvégia	●	▲	-4	(3,6)
Belgium	▲	▲	-7	(2,2)
Kolumbia	▼	▼	-8	(3,1)
Oroszország	▼	▼	-10	(3,2)
Ausztria	▼	▼	-10	(3,0)
Szlovénia	▼	▼	-10	(0,9)
Németország	●	▲	-14	(2,8)
Spanyolország	▼	▼	-19	(3,8)
Izrael	▼	▼	-25	(3,2)
Arab Emírségek	▼	▼	-35	(2,4)
Magyarország	▼	▼	-38	(3,2)
Sanghaj-Kína	▲	▲	-38	(2,4)
Lengyelország	▼	▲	-41	(3,3)

26. ábra

A digitális és a nyomtatott digitális
szövegértés-eredményei közötti különbségek
országokként (Forrás: Balácsi és mtsai, 2013)

Etnikum médiahatásra vonatkozó kérdése gyakori az amerikai vizsgálatokban. A helyzetkép itt sem egységes. Több tanulmány nem mutatott ki etnikum tekintetében különbségeket. Bennett és munkatársai (2008) közel 1000-1000 fős mintán papír és számítógép alapú tesztkörnyezetben vetette össze fehér, afro-amerikai és spanyol ajkú teszteltek matematika teszten nyújtott teljesítményét. Eredményei megerősítették Clariana és Wallace

(2002) korábbi eredményeit, miszerint nem volt különbség etnikum tekintetében a teljesítmények között. *Parshall* és *Kromrey* (1993) ázsiaiakat is vizsgálva azt tapasztalta, hogy az ázsiaiak szignifikánsan jobban teljesítettek számítógépen mint papíron és szignifikánsan jobban, mint az afro-amerikaiak. *Gallagher*, *Bridgeman* és *Cahalan* (2002) kutatása szintén különbségeket jelzett etnikum tekintetében, az afro-amerikaiknál és kisebb mértékben a spanyol ajkúaknál csökkentek a különbségek a fehérek és a másik két etnikum között számítógép alapon, azaz ezen két etnikum jobban vagy ugyanúgy teljesített számítógép alapon, mint papíron. Ugyanakkor a különbségek kis hatásméretűek. *Ewing*, *Wiley* és *Gillie* (2003) matematika teszteken azonos mintázatban teljesítettek papíron és számítógépen az afro-amerikaiak, ázsiaiak és a spanyolajkúak, de angol fogalmazás esetén eltérően viselkedtek az előbbi alminták a különböző médiumokon.

A szocioökonómiai státusz (SES) befolyásoló szerepének vizsgálata során az európai elemzések jellemzően a szülők iskolai végzettségét, foglalkozását, kulturális és materiális javak összességét veszik figyelembe, míg Amerikában az ingyen ebédre való jogosultság alapján következtetnek. Ezzel szemben többféle kritika fogalmazható meg, többek között az, hogy egyes szerzők kétfokú skálán (jogosult/nem jogosult) értelmezik, míg mások három fokún (támogatott/részen támogatott/nem támogatott). Ezen különböző felfogások is hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a SES területen is ellentétes eredmények születtek. Ettől függetlenül a tanulmányok többsége nem tartja prediktív változónak a médiahatás szempontjából a szocioökonómiai státuszhoz rendelhető változókat *Poggio* és *mtsai* (2005); *Pomplun*, *Ritchie* és *Custer* (2006). *MacCann* (2006) ezzel ellentétben azt találta, hogy az alacsonyabb SES státusszal bíró diákok szignifikánsan rosszabbul teljesítettek számítógép alapon, míg a jobb körülmények között élőkénél nem volt kimutatható különbség. A szerző eredményeit azzal magyarázza, hogy az alacsonyabb státuszú diákoknak kevesebb a lehetőségük otthoni számítógép-használatra, így kevésbé gyakorlottak, ami befolyásolhatja az eredményességüket. Szerinte ezek a különbségek idővel kiegyenlítődnek, mert a számítógéppel nem rendelkezők az iskolai IKT eszközöket használva megfelelő szintű gyakorlatot szereznek. *Sandene* és *mtsai* (2005, 4 és 8. évfolyam, matematika és fogalmazás, N=4838) vizsgálatukban a magasabb iskolai (legalább főiskolai) végzettséggel rendelkező szülők gyerekeinél, matematikánál azt találták, hogy papíron szignifikánsan jobban teljesítenek, de fogalmazás esetében ezt nem sikerült igazolni. A szülők iskolai végzettsége mellett vizsgálták a településtípus meghatározó szerepét. Eredményeik szerint a státusz mellett a nagyvárosból származó diákok papír alapon jelentősen magasabb teljesítményt értek el, mint számítógépen, míg más település típusok esetén nem mutatkozott különbség. A szerzők a településtípus és a szülők iskolai végzettségének parciális vizsgálatát nem végezték el, pedig hipotetizálható, hogy nagyvárosokban gyakoribb a magasabb iskolai végzettséggel rendelkezők aránya.

A számítógépes gyakorlat és attitűd befolyásoló ereje

A média-hatásvizsgálatok egyik alaphipotézise azon a feltételezésen alapszik, hogy a számítógépen lévő tesztek eredményességét befolyásolja a megoldók számítógépes tapasztalata, gyakorlottsága, attitűdje. Ebben az esetben megváltozhat a teszt validitása is, hiszen ha olyan konstruktumot mér, amelynek nem része a technológiai jártasság, vagy befolyásolja azt a számítógép alapú teszteléstől való félelem, akkor nem lesz megfelelő a teszt

érvényessége. Az előzőekben láthattuk, hogy ezt a változót az életkorral és a szocioökonómiai mutatókkal is összefüggésbe hozzák a kutatók. Magasabb életkorhoz, illetve jobb anyagi körülményekhez fejlettebb számítógépes jártasságot feltételeznek, ezzel együtt pedig előnyt az elektronikus médián.

Az eredmények összevetését jelentősen befolyásolja, hogy az adott kutatás miképpen értelmezte és mérte fel a számítógépes jártasságot (*computer familiarity*) vagy tapasztalatot (*computer experience*). Egyáltalán milyen összefüggésben van a tapasztalat és a jártasság? A tapasztalattal együtt nő a jártasság minden esetben, vagy a tapasztalat minősége is moderátor változó? Továbbá lényeges szempont, hogy ezen változók tartalmát a konkrét tesztől függően vagy függetlenül értelmezték, mivel ez könnyen vezethet téves következtetésekhez. Például egy számítógépes játékokkal gyakran játszó fiatalnak nagy tapasztalata van, rendszeresen használ számítógépet, de ebből nem következik, hogy egy fogalmazás alkalmával a billentyűzethasználati-sebessége megfelelő lenne, ugyanakkor egy csak feleletválasztós itemeket tartalmazó tesztnél feltehetőleg előnyt élvezne. Amíg egyes kutatók tesztekkel felmérték ezen változók milyenségét, addig mások önbevallás útján ítéltették meg a résztvevőkkel saját képességeiket, aminek megbízhatósága erősen megkérdőjelezhető. Régebben a kutatók számítógépes szorongást (*computer anxiety*) is vizsgáltak, ma már ez idejét múlt, avagy nem jellemző, ehelyett a rugalmasság (*flexibility*) fogalma került előtérbe. Rugalmasság alatt értve, hogy mennyire könnyedén tudnak alkalmazkodni a teszteltek a megváltozott megjelenítéshez, feladatmegoldó tevékenységhez, időkorláthoz, ahhoz, hogy a feladatokat át lehet-e nézni, javítani, kihagyni stb. ugyanis ezek sokszor nem elérhető szolgáltatások számítógépen (*Schroeders és Wilhelm, 2010*). A változatos értelmezés, különböző moderáló változók figyelmen kívül hagyása miatt is ellentétesek a témára vonatkozó kutatások eredményei, amelyek közül csak a legtöbb szempontot figyelembe vevőket mutatom be részletesen.

Összefoglalóan, a médiahatás szempontjából nem tartották előrejelző változónak a technológiai jártasságot: *Mazzeo, Druesne, Raffeld, Checketts és Muhlstein* (1991; N=100, 12. évf. matematika, fogalmazás), *Powers és O'Neill* (1993; N=145, 12. évf., Praxis felvételi teszt), *Taylor, Kirsch, Eignor és Jamieson* (1999, N=90.000, TOEFL nyelvi teszt), *Clariana és Wallace* (2002) és *O'Dwyer, Russell, Bebell és Tucker-Seeley* (2008; N=14200, 4. évf. matematika). Velük ellentétben szignifikáns hatást állapított meg: *Choi és Tinkler* (2002) *Horkay és mtsai* (2006), *Goldenburg és Pedulla* (2002, N=222, 12. évf., GRE felvételi teszt), *Pomplun és Custer* (2005, 3. évf., olvasás), *Pomplun, Ritchie és Custer* (2006).

A korábbiakban részletesen bemutatott PISA CBAS 2006 eredményei alapján is az információs kommunikáció technológiában való jártasság pozitív korrelációban van a teszten elért pontszámokkal. Ez igaz volt mind a lányokra, mind a fiúkra, és a fiúk általában magasabb IKT jártasságot mutattak, mint a lányok. *Martin* (2008) szerint az országokat jellemző heterogén IKT műveltség jelentős különbségeket eredményezhet az egyes résztvevők közötti pontszámokban. Valószínűnek tartja, hogy néhány ország modern és egységes számítógépes eszközökkel képes lesz jelentős előnyre szert tenni dinamikus és interaktív feladatokon. Megjegyzi azt is, hogy a jövőben ezek a különbségek várhatóan csökkenni fognak.

Russell (1999) a gépelési sebesség elektronikus tesztelésre vonatkozó hatását vizsgálta angol, matematika és természettudomány területén. Különbségek csak a nyíltvégű feladatoknál mutatkoztak. Azok, akiknek gépelési sebessége félszórásnyival az átlag alatt volt, rosszabbul

teljesítettek mindhárom területen. Az angol elektronikus teszten szignifikánsan azok szenvedtek hátrányt, akik 20 szó/perc alatt gépeltek. Míg akik félszórásnyival az átlag felett teljesítettek, angol és természettudomány területen is jobb (utóbbinál szignifikánsan is) eredményeket értek el. A tesztet követően a tanulókat kikérdezték, 25%-uk panaszkodott, hogy nem találják a billentyűket, vagy rossz gombot nyomtak, avagy egyszerűen csak nem tudtak gépelni. Voltak, akik ezzel ellentétes gondolatokat fogalmaztak meg, és preferálták a számítógépen való írást, mivel az „tisztább munkát eredményez”, ugyanis a hibákat sokkal egyszerűbben lehet javítani, illetve a kezük nem fáradt annyira, vagy gyorsabban tudtak írni. A tanulmány azt javasolja, hogy aki nem képes a 20 szó/perc gépelési sebességre, az papír alapon oldja meg a tesztet, a többiekénél pedig érvényesen alkalmazható a számítógép alapú tesztelés. A tanulmány ugyanakkor feltételezi, ahogy az otthoni és iskolai gyakorlatban is fokozódik a számítógép-használat, úgy fog csökkenni azok köre, akik nem tudják teljesíteni a *Russell* által megállapított határokat. A kutatások jellemzően azt igazolják, hogy a lányok kevesebbet használják a számítógépet (*Educational Testing Service*, 1998), ezzel ellentétes módon ennél a tanulmánynál a fiúk szignifikánsan lassabban gépeltek, mint a lányok, ami az angolnál okozott szignifikáns hátrányt.

Bennett és mtsai (2008) a számítógépes jártasságot három komponensből építették fel: számítógépes tapasztalat, szövegbeviteli pontosság (*input accuracy*) és sebesség (*input speed*). Eredményeik alapján a pontosság és a sebesség meghatározza a számítógép alapú matematika eredményeket, a bevalláson alapuló számítógépes tapasztalattal szemben.

Waters és Pommerich (2007) szerint a teszteltek megítélése és preferenciái nem függnék össze a teljesítményükkel, ugyanakkor javasolják a mérési intézeteknek, hogy a felhasználók érdekében vegyék figyelembe az igényeiket. Ezzel párhuzamosan *Luecht* (2001) arra figyelmeztet, hogy a kutatások során a hangsúly túlságosan eltolódik a preferenciák irányába, pedig a teljesítménybefolyásoló tényezők azonosítása a legfontosabb. *Schroeders és Wilhelm* (2010) a tesztelési motiváció oldaláról közelíti meg a kérdést. A tesztelési motivációt kutatásokkal igazoltan a teljesítménnyel összefüggő változónak tartják. Feltételezésük szerint a tesztelési motivációt befolyásolja a tesztelés médiumához fűződő attitűd, ilyen módon az a teljesítményt is. Eredményeik alapján a tesztelteknek nagyobb volt a belső, szociális motivációja, jobb önhatékonyság és koncentráció jellemezte őket számítógépen. Viszont ezek a megnövelt paraméterek nem eredményeztek szignifikánsan nagyobb teljesítményt, nem találtak egyértelmű kapcsolatot.

Annak a kérdésében, hogy a megoldók melyik médiumot preferálják jobban, korosztálytól függetlenül a számítógépet jelölték meg egyértelműen a résztvevők. A legkisebbeknél játékos kérdőívek segítségével *Barnes* (2010) óvodásoknál, *Sim és Horton* (2005) elemi iskolásoknál, *Richardson, Baird, Ridgway, Ripley, Shorrocks-Taylor és Swan* (2002) 9-13 éveseknél, *Way, Davis és Fitzpatrick* (2006) nyolcadikosnál és tizenegyedikeseknél; *Bridgeman, Lennon és Jackenthal* (2003) felsőoktatásban tanulóknál, felnőtteknél *Smither, Alan és Yap* (2004) igazolja, hogy a megoldók a számítógépet kedvelik jobban tesztmédiumként. A diákok pozitívként említették, hogy gyorsabban haladhatnak számítógéppel; nem kell kézzel írniuk; egyszerűbb törölni, módosítani; a színes grafikák élethűbbek (*Richardson és mtsai*, 2002). A háttérben lévő okokat magyarázza az a régóta igazolt megállapítás, miszerint a számítógépek használata az oktatásban növelheti a tanulók belső motivációját (*Malone*, 1981; *Lepper*, 1988; *Guthrie és Richardson*, 1995; *Schacter*,

1999). Ezek alapján adódik a feltételezés, hogy akik a számítógéppel szemben pozitív attitűdöt táplálnak, azok a számítógép alapú tesztelés iránt is hasonlóan fognak érezni. *Levin és Gordon* (1989) figyelmeztetőleg emeli ki, hogy a korábbi számítógépes tapasztalatok meghatározhatják a CBA-val szembeni attitűdöt is, legyenek azok jók vagy rosszak. *Russell és Haney* (1997) szerint ennek lehetnek olyan következményei is, hogy a tanulók a papír alapú médiumot komolyabban veszik, mint a számítógép alapút, ahol jellemzően játszani, szórakozni szoktak. Ezt megfigyeléseik is igazolják, miszerint számítógép alapú tesztelésnél a diákok többet beszéltek, „piszkálták egymást”, vagy engedély nélkül felkeltek. Ennek alapján azt is befolyásoló tényezőnek tartják, hogy az iskolában mennyire gyakran használnak számítógépeket tanulási, tesztelési célokra. A preferencia erejét mutatja, hogy a diákok attól függetlenül, hogy valójában számítógépen vagy papíron teljesítettek jobban, a számítógép alapú tesztelést kedvelik jobban (*Ito és Sykes, 2004; Johnson és Green, 2006*).

Összegzésképpen feltételezhető, hogy az életkor szerepe mögött a számítógépes gyakorlottság a meghatározó, amelynek egy olyan általános fejlettségi szintet kell elérnie, hogy a billentyűzet, az egér használata, a tesztprogram vezérlése (válaszok rögzítése, itemek közötti mozgás stb.) ne jelentsen problémát. A további gyakorlottsági szintek közötti különbségek feltehetőleg már nem befolyásolják az elektronikus teszten való eredményességet (*Bennett és mtsai, 2008*). A teszt megoldásához szükséges számítógépes jártasságot, a teszt jellemzőinek függvényében érdemes meghatározni. Például a hosszú szövegek begépelését igénylő feladatoknál gépelési jártassággal is kell rendelkezniük a tesztelteknek, hogy ne legyen médiahatás. A preferencia tekintetében az új médium nem vet fel kérdéseket, egyértelmű a számítógép kedveltsége. A megoldási stratégiák megváltozásának kérdése pedig további vizsgálatokat igényel, komplex itemtípusok bevonásával.

2.2.5. A magyarországi médiahatás-vizsgálatok eredményei

Az előző rész egyik konklúziója, hogy a médiahatás országonként eltérő lehet. Ezen logika mentén fontos bemutatni a hazánkban történt papír és számítógép alapú tesztelést összehasonlító vizsgálatokat. A vizsgálatokat az MTA-SZTE Képességekutató Csoport mellett az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport és Neveléstudományi Doktori Iskola indította *Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő* vezetésével. A mérési területek szövegértés (*R. Tóth és Hódi, 2011*), matematika (*Hülber, 2012; Hülber és Molnár, 2013*) fogalmazás (*Nagy, 2014*), állampolgári kompetenciák (*Kinyó, 2014*), induktív gondolkodás (*R. Tóth és Hódi, 2011*), komplex problémamegoldás (*Molnár, 2010*) területeket ölelték fel.

Az első vizsgálatra 2008-ban került sor, amikor induktív gondolkodás mérése történt párhuzamosan papír és számítógép alapon, (N=843) 5. évfolyamos diákok részvételével, a TAO platformon. Mind a számítógépes (Cronbach- α =0,91), mind a papír (Cronbach- α =0,90) alapú teszt reliabilitása megfelelő volt, és nem különbözött jelentősen egymástól. A diákok eltérő tesztmédián mért eredményei között $r=0,78$ korrelációs érték állt fent, de az átlagos teljesítmények között szignifikáns különbség mutatkozott a papír alapú médium javára ($t=3,6$; $p<0,01$). A feladatok hossza miatt nem lehetett teljesen azonos PP és CB feladatmegjelenítést kialakítani. A tanulók a szövegalkotó számanalógiák és számsor feladatokon szignifikánsan jobb eredményt értek el a papír alapú teszteken. Ezzel szemben online alternatív és feleletválasztós itemeket tartalmazó szóanalógiák részteszten teljesítettek jelentősen jobban. Ez

többek között annak volt köszönhető, hogy 700 válasszal több született a számítógépes megoldás során, mint a papír alapú megoldásokor. A háttéradatakra vonatkozóan a lányok papíron szignifikánsan jobban teljesítettek, mint számítógépen. A fiúk teljesítménye viszont nem különbözött az egyes médiumokon. A preferenciát illetően a diákok 79%-ának jobban tetszett az online változat, mint a papír alapú (Csapó és mtsai, 2009).

Hódi és R. Tóth (2009) 6. évfolyamos tanulók (n=449) szövegértési képességét vizsgálták papír-ceruza és számítógépes környezetben 2009-ben. Minden diák megoldott folyamatos és nem folyamatos típusú szövegeket is tartalmazó papír alapú és szövegparaméterek szerint hozzá hasonló online olvasás-szövegértés tesztet is. Az olvasásteszt kizárólag zárt típusú feladatokat tartalmazott. Az eredmények közötti korreláció gyengébb volt, mint az induktív gondolkodás teszten ($r=0,44$, $p<0,01$), és ennek megfelelően az eredmények átlaga is szignifikánsan különbözött a papír alapú médium javára. Az elemzések rámutattak, hogy az eltérések az egyes feladattípusok szerint különböznek. A nem folyamatos szövegek esetén a térképek összevetése és diagramértelmezési feladatok megoldása nehezebb volt a diákok számára online környezetben. Ugyanakkor a táblázat értelmezési feladatoknál alig volt eltérés. Az elbeszélést tartalmazó folyamatos szövegek szintén papír alapon bizonyultak könnyebbnek, mint számítógépes környezetben. A fiúk és a lányok teljesítménye nem különbözött a két médiumon. A papír alapú teljesítmények alapján almintákat képezve, az alacsonyabb teljesítményűek számára előnyös a számítógépes tesztelés bevezetése, míg a jobb képességűeknek a tradicionális tesztelés járul hozzá a jobb olvasásteljesítményhez. A szerzők felmérték a számítógép-, internet-használat gyakoriságát, a számítógép iránti attitűdöt, de egyik változó sem gyakorolt hatást a teszteredményekre (R. Tóth, 2009; R. Tóth és Hódi, 2013).

Molnár (2010) 6. évfolyamos diákok részvételével (N = 598) hasonlította össze a papír és számítógép alapú tesztelést problémamegoldó környezetben. A minta egyik része papíron, míg másik része számítógép alapon oldotta meg a 28 itemes nyílt- és zártvégű feladatokat is tartalmazó problémamegoldó feladatlapot. Az eredmények nem teljeskörűen összehasonlíthatóak, mivel a kontextus és az alkalmazott itemtípusok következtében a PP és a CB feladatlap nem volt teljesen azonos. A megbízhatósági mutatók (Cronbach- $\alpha_{PP}=0,78$; Cronbach- $\alpha_{CB}=0,85$) és az átlagos eredmények is szignifikánsan különböztek egymástól ($X_{PP}=24\%$, $X_{CB}=34\%$, $p<0,01$). A fiúk papír alapon szignifikánsan ($p<0,05$) magasabb teljesítményt értek el, ez számítógép alapon nem volt kimutatható, illetve a lányok médiafüggetlen teljesítményt nyújtottak. Az eltérésekre magyarázatot ad, hogy eltérő volt az itemek reprezentációja a két médiumon, illetve bizonyos feladatok számítógépen zártak, papíron pedig nyíltvégűek voltak. Azoknál a feladatoknál, amelyek a legjobban megfeleltethetők voltak egymásnak a két különböző médiumon, ott az eltérések is lényegesebben kisebbnek mutatkoztak.

R. Tóth és Molnár (2010) ugyanebben az évben második osztályosokkal (N=89) oldatott meg induktív gondolkodást mérő online teszteket. A mérőeszköz megfelelő megbízhatósággal működött (Cronbach- $\alpha=0,80$). Ebben az esetben nem történt párhuzamos papír alapú felvétel, de a szerzők megállapítják korábbi papír alapú vizsgálatokat (Molnár, 2009) felhasználva, hogy az eredmények függetlenek a közvetítő médiumtól. A két médiumon rögzített fejlődési tendenciák mind a teljes teszt, mind az induktív gondolkodás egyes alapstruktúráinak fejlettségi szintjét vizsgáló résztesztek tekintetében ekvivalensek. A nyíltvégű feladatok megoldásánál nem jelentett problémát a kérdésekre adott válaszok begépelése, továbbá a monitorról történő

olvasás sem. Az eredmények alapján *R. Tóth* a kisiskolás diákok induktív gondolkodásának mérését számítógép alapon is jól mérhetőnek tartja.

Molnár, R. Tóth és Csapó (2010) 7 figurális és nonverbális itemet tartalmazó induktív gondolkodás tesztet mért 2008-ban papíron ($N=5156$), majd 2010 tavaszán számítógépen ($N=313$) első évfolyamos tanulókkal. A kétféle formátumú teszt reliabilitásmutatója nem különbözött egymástól (Cronbach- $\alpha_{PP}=0,88$; Cronbach- $\alpha_{CB}=0,85$). Ugyanakkor a diákok átlagos teljesítménye papír alapon jelentősen magasabb volt ($X_{PP}=45,33\%$, $X_{CB}=32,66\%$, $SD=18,17\%$; $t=6,11$, $p<0,01$), a különbség átlagosan egy év spontán fejlődés mértékének felelt meg. Az alkalmazott itemek típusától, illetve a résztesztektől függetlenül szignifikánsak voltak az eltérések. A nemek teljesítménye számítógép és papír alapon sem különbözött egymástól szignifikánsan. A diákok szocioökonómiai státusza, illetve számítógép-használati szokásaikra vonatkozó gyakorisági mutatók nem befolyásolták online teljesítményüket. A szerzők hangsúlyozzák, hogy ilyen korban körültekintéssel alkalmazhatók csak a számítógépes mérési módszerek.

A következő években folytak számítógép alapú tesztelések (pl.: *Molnár és Csapó*, 2011; *Molnár*, 2011; *Szili*, 2013), ugyanakkor azoknak nem volt célja részletes összehasonlításokat tenni a két tesztelési forma között, ezért eltekintünk ezen kutatási eredmények részletes ismertetésétől. A későbbiekben a dolgozat tárgyát képező vizsgálatok történtek 2010-ben (*Hülber*, 2012), majd 2012-ben (*Hülber és Molnár*, 2013).

R. Tóth (2014) induktív gondolkodást mérő papír és online tesztjeinek eredményeit a reliabilitási mutatók tekintetében összegzi. A vizsgálatok összesen ($N=1753$) 4-6. osztályos tanulót érintettek. A szerző megállapítása szerint mind a számítógépes, mind a papír induktív gondolkodás tesztek egyformán megbízhatóan mérnek a három évfolyamon. Ugyanakkor 5. évfolyamon a PP teszt reliabilitása szignifikánsan magasabb. A teszt szintű elemzések a nyíltvégű feladatok teljesítménybefolyásoló hatását emelték ki a zártvégű feladatokkal szemben, amelyeknél nem mutatkozott médiahatás.

Nagy (2014) 2013 tavaszán 3-8. évfolyamos általános iskolás tanulók fogalmazásképeségét vizsgálta, 423 tanuló részvételével papír és számítógép alapú környezetben. Minden tanuló két papír alapú (jellemzés és játékszabály) és két online fogalmazást (kommentet és honlapra írt elbeszélést) készített, melyet egy független bíráló megfelelő megbízhatósággal (Cronbach- $\alpha=0,78-0,87$) értékelt. A szerző 4. évfolyamtól kezdve tartja összehasonlíthatónak az eredményeket. A felsőbb évfolyamokon pedig a különbségek csökkenéséről ír, 8. évfolyamon csak a szövegtípus és a nyelvhelyesség terén talált szignifikáns különbségeket a kétféle médiumon készült fogalmazások minősége között. Konklúzióként levonja, hogy 10 éves tanulók esetén is alkalmazhatók az online szövegalkotási módok, sőt, tapasztalatai szerint online platformon jobb fogalmazások születtek, mint papíron. *Nagy és Rontó* (2014) ezen vizsgálat egy kisebb mintájával (4-8. évfolyam) vizsgálta tanulók helyesírásának jellemzőit a két tesztmédiumon. A tanulók helyesírása a papír alapú munkák esetén a magasabb évfolyamok felé haladva nem változott szignifikánsan, csak kis mértékben javult. Az online platformon készült kommentek esetén szignifikáns a fejlődés, a honlapra írt elbeszéléseknél a 8. évfolyamnál jelentkezik a szignifikáns javulás helyesírás terén. Az online honlapra készült elbeszélés feladatnál minden évfolyam kevesebb helyesírási hibát vétett, mint a papír alapon, statisztikailag kimutatható különbség az 5. évfolyamon jelentkezett.

Összegzésképpen megállapítják, hogy az online fogalmazások minden évfolyamon kevesebb helyesírási hibát tartalmaznak, mint a papír alapú társaik.

Kinyó (2014) 1–6. évfolyamos tanulók társadalmi és állampolgári ismereteit vizsgálta hagyományos és online tesztkörnyezetben. Eredményei szerint a papír alapú és online tesztek megbízhatósága minden mért évfolyamon (a Cronbach- α értékei 0,8 felettiek) megfelelőek voltak, ugyanakkor a Feldt-próbák eredményei alapján 1-2. és 4-5. évfolyamon a papír alapú tesztek reliabilitása szignifikánsan magasabb volt a számítógép alapú tesztekkel szemben. A tanulói átlagteljesítmények a papír alapú tesztek esetén minden évfolyamon szignifikánsan magasabb teljesítményt eredményeztek, mint számítógép esetén. Némek szerinti szignifikáns különbségek csak a 3. és 4. évfolyamon mutatkoznak. Mindkét esetben a lányok számítógép alapú teszteredményei voltak 6-7 százalékponttal magasabbak.

Csapó, Molnár és Nagy (2014) iskola előtt álló óvodásokat vizsgált, iskolai érettséget mérő DIFER (DIagnosztikus FEjlődésvizsgáló Rendszer, Nagy, 1980) teszttel. Az öt részeszt mindegyikén legalább 300 fő vett részt számítógépen és papír alapon, vagy ún. *face-to-face* szakember segítségével történő értékelésen. Mindhárom értékelési forma megbízhatónak bizonyult, egy részeszt kivételével a számítógép alapú mérési mód magasabb Cronbach- α mutatót eredményezve. Kettő részeszt esetében szignifikáns különbségek adódtak az elektronikus és a hagyományos tesztkörnyezetben, ugyanakkor az itemek sok esetben módosítást igényeltek a számítógépre való áthelyezéskor, például nyíltvégű itemekből zártvégűek lettek. A *face-to-face* módszernél a számítógép alapú értékelés objektívebbnek bizonyult. A fiúk és a lányok közötti különbségek mintázata nem változott a különböző tesztkörnyezetekben. A szerzők konklúzióként kivitelezhetőnek, sőt megfelelő kialakítás mellett akár megbízhatóbbnak tartják a számítógép alapú iskolaérettség-vizsgálatát, mint a tradicionálisakat.

Összegzésképpen (4. táblázat) elmondható, hogy a magyar vizsgálatok elsősorban általános iskolásokra fókuszáltak, kis mintaelemszámmal, különböző területeken. A számítógépes tesztek szinte kivétel nélkül megfelelő megbízhatósági mutatókat eredményeztek, ami biztató az elektronikus mérés-értékelés magyarországi alkalmazását illetően. A tanulmányok tovább igazolták azt a megállapítást, miszerint az itemek, tesztek reprezentációjának a megváltoztatása jelentősen korlátozza, hogy összehasonlíthatóak legyenek az eredmények a különböző tesztmediumokon. A szignifikáns különbséget mutató tanulmányok egy kivételtől eltekintve mindig a számítógép alapú formát ítélték nehezebbnek. Az életkornak meghatározó jelentőséget tulajdoníthatunk, mivel elemi iskolásoknál nagyobb, a felső tagozatosoknál kisebbek a különbségek. A nemek tekintetében ellentétes eredmények adódtak, a számítógépes gyakorlottság, ökonómiai státusz nem mutatott kapcsolatot a médiahatással. Ellentétben az itemek típusával és a tanulók képességszintjével, amely több tanulmány esetében fontos paraméternek bizonyult a tesztmediumok közötti különbségekben.

4. táblázat. Magyarországi médiahatás-vizsgálatok

Szerzők, év	Terület	Elemzés (N _{CBA})	Korosztály	Eredmény
Csapó és mtsai, 2009	induktív gondolkodás	843	5. évf.	r=0,78, PP>CBA (t=3,6; p<0,001), lányok szignifikánsan jobbak papíron
Hódi és R. Tóth, 2009	szövegértés	449	6. évf.	r=0,44 PP>CBA, fiúk lányok teljesítménye médiafüggetlen
Molnár, 2009	problémamegoldó-gondolkodás	598	6. évf.	CBA>PP (jelentős eltérések a két változat között) fiúk CBA-n jobbak
R. Tóth és Molnár, 2010	induktív gondolkodás	89	2. évf.	nem jelent problémát a diákoknak a gépelés, monitorról való olvasás
Molnár, R. Tóth és Csapó, 2010	induktív gondolkodás	313	1. évf.	PP>CBA, jelentős eltérés, nincs kapcsolat a nemek, SES, géphasználat és a médiahatás között
Nagy, 2014	fogalmazásképeség	423	3-8. évfolyam	3. évfolyamon még jelentősebbek a különbségek, ez 8. évfolyamra eltűnik
Kinyó, 2014	állampolgári ismeretek	953	1-6. évfolyam	PP>CBA, nemek közötti különbségek a lányoknál 3. és 4. évfolyamon mutatkoztak
Csapó, Molnár és Nagy, 2014	iskolaérettség, öt részeszt	~300	óvodások	2 részeszt esetén voltak szignifikánsak a különbségek, a nemi hovatartozás nem befolyásolta az eredményeket

2.2.6. Matematika területén végzett médiahatás-vizsgálatok eredményei

A matematika a gyakran kutatott műveltségi terület az összehasonlító vizsgálatoknál, mivel alaptantárgy, a tanulói előmenetel szempontjából kiemelt jelentőséggel bír. Ezen a területen végzett összehasonlító vizsgálatokra is jellemzőek az eltérő eredmények, amelyeket több meta-analízis is megkísérelt szintetizálni (pl. Wang és mtsai, 2008; Texas Education Agency, 2008;

Kingston, 2009). A korábban már részletesebben tárgyalt tanulmányok kezelhetőnek tartják a médiahatást a matematika területén, ugyanakkor médiahatás szempontjából felhívják a figyelmet a teszt algoritmusára (Wang és mtsai, 2008) az eszközhasználati gyakoriságra és preferenciára (Kingston, 2009), valamint az itemek azonos reprezentációjára (Texas Education Agency, 2008). Az 5. táblázat a matematikára vonatkozó papír és számítógép alapú tesztelés azon jelentős összehasonlító kutatásait mutatja be, (1) minta, (2) a kutatás elrendezése, (3) a felhasznált itemtípusok, (4) az elemzés során alkalmazott eljárások, (5) a kulcseredmények és (6) a további, a jelen kutatás szempontjából lényeges eredmények szerint, amelyek fixformátumú teszteken és legalább 100 fős általános iskolai mintán alapultak (Hülber és Molnár, 2013).

A matematika területén végzett összehasonlító vizsgálatok egyik fele nehezebbnek ítélte meg a tesztet, ha az számítógép alapú volt, míg a kutatások másik fele nem tartotta befolyásoló tényezőnek a teszt médiumát. Olyan a fent megnevezett paramétereknek megfelelő kutatást nem ismerünk, amely a tradicionális papír alapú tesztelést nehezebbnek ítélte volna meg a számítógépen történő teszteléssel szemben matematika területén (Hülber és Molnár, 2013). A következőkben az ekvivalenciát cáfoló kutatásokat mutatom be.

A legnagyobb mintaelemszámú kutatással Ito és Skyes (2004) rendelkeznek, akik 4-12. osztályig vizsgálták összesen 3977 tanuló teljesítményét papír és számítógép alapon. Tanulmányukat azon hivatkozásokba sorolják, akik a számítógépet nehezebb tesztelési formátumnak ítélik meg matematika területén. Azonban a hivatkozásokkal ellentétben (pl.: Texas Education Agency, 2008) nem kizárólag matematika, hanem összefoglalóan kognitív képességeket (*cognitive abilities*) mérték a következő szubtesztekkel: *sequences* (rendezés), *analogies* (analógiák), *quantitative reasoning* (az alapvető matematikai készséget, az alapvető matematikai koncepciók értését, a kvantitatív módon való érvelés és problémamegoldó képességet méri), *verbal reasoning – words and context* (a szövegértést, verbális és analitikai készségeket mér, a tesztelt milyen deduktív logikai képességekkel rendelkezik egy szöveg elemzése és értékelése terén). Ezek közül a *sequences* és a *quantitative reasoning* feleltethető meg a matematikának, így csak az erre vonatkozó eredményeiket volna szabad figyelembe venni. Minden szubteszt csak feleletválasztós itemet tartalmazott (N=20). A két médium közötti eltérések mind 5% alattiak voltak, amelyek évfolyamtól függetlenül fennálltak. Ez azért ellentmondás, mert az összes olyan kutatás, ami nagyobb életkori spektrumot fedett le, a médiahatás mértékében eltéréseket tapasztalt. A közvetítő eszköz teljesítményre gyakorolt hatását a szerzők több tényezőnek tulajdonítják. Eredményeik alapján a diákok azért teljesítettek rosszabbul számítógépen, mert több item megoldását hagyták ki számítógépen, mint papír alapon. Ez ellentétes a korábban bemutatott eredményekkel, ahol fordított tendencia volt megfigyelhető (pl.: Csapó és mtsai, 2009). Véleményük szerint a diákok időgazdálkodása számítógépen rosszabb volt, ennek köszönhető, hogy sokuk nem tudta befejezni a tesztet. Megjegyzik, hogy az itemek prezentációja a legnagyobb igyekezet ellenére sem lehetett teljesen azonos a papíréval, és ez eltérésekhez vezethetett. Kritikaként értelmezhető továbbá (Bennett és mtsai, 2008), hogy a tanulmányuk nagy minta elemszámú, de lektorált folyóiratban nem jelent meg, csak konferencia előadás formájában került publikálásra.

5. táblázat. Összehasonlító vizsgálatok a matematika területén (Hülber és Molnár, 2013)

<i>Publikáció</i>	<i>Minta</i>	<i>Kutatási elrendezés</i>	<i>Vizsgált item- típusok</i>	<i>Elemzési módszer</i>	<i>Ekvivalencia</i>	<i>További, kiemelt eredmények</i>
Choi és Tinkler, 2002	3. évf. $N_{PP,CB} \approx 800$	kevert elrendezés	FV	IRT	CB nehezebb	A számítógépes gyakorlottság befolyásolja a különbségeket.
Ito és Sykes, 2004	4-12. évf. $N_{PP}=12648$ $N_{CB}=3977$	független és összetartozó minták	FV	IRT, DIF	CB nehezebb	Preferencia tekintetében CB főlény.
Bennett és mtsai, 2008	8. évf. $N_{PP,CB}=1016$	független minták	FV, SZA	IRT	CB nehezebb	Magasabb iskolai végzettséggel rendelkező szülők gyerekeinél szignifikáns kü- lönbség a PP tesztek javára.
Zhang és Lau, 2006	8. évf. $N_{PP,CB}=801$	független minták	FV, SZA	KT, IRT	CB nehezebb	Nagyobb eltérések a szövegalkotó feladatoknál.
Wang, Young és Brooks, 2004	2-5., 7-12. évf. $N_{PP,CB}=1744$	összetartozó minták	FV	ANOVA	ekvivalens	$Cronbach-\alpha_{CB} \geq 0,88$, $r_{CB-PP} \geq 0,8$; nincs különbség az egyes részminták viselkedésében.
Poggio és mtsai, 2005	7. évf. $N_{PP,CB}=2861$	független és összetartozó minták	FV, SZA	IRT, DIF, DICF, DDF	ekvivalens	$r_{CB-PP}=0,96$
Johnson és Green, 2006	10-11 évf. $N_{PP,CB}=104$	független minták	FV	kvalitatív	ekvivalens	CBA-n más megoldási stratégia, gyakoribb fejben számolás.
Way, Davis, és Fitzpatrick, 2006	8, 11. évf. $N_{PP,CB}=1273$	független minták	FV, SZA	IRT	ekvivalens	Nagyobb különbségek szövegalkotó feladatoknál.
Oregon Dep. of Education, 2007	3-10. évf. $N_{PP,CB}=1987$	összetartozó	FV	KT	ekvivalens	$r_{CB-PP}=0,75$, a legnagyobb különbségek 3. évfolyamon mutakoztak.
Puhan, Boughton és Kim, 2007	1-12. évf. $N_{PP,CB}=1136$	független minták	FV	DIF, Cohen d	ekvivalens	Az itemek viselkedése azonos.

Megjegyzés: FV: feleletválasztós, SZA: szövegalkotó, KT: klasszikus tesztelmélet, IRT: valószínűségi tesztelmélet, DIF: különböző itemműködés (*differential item functioning*), DICF: különböző itemkategória-működés (*differential item category functioning*), DDF: különböző disztraktorműködés (*differential distractor functioning*).

Bennett és mtsai (2008) 1016 fős, etnikumok szempontjából reprezentatív mintán vizsgálta a médiahatást matematika területén. Egy kötelező papír alapú rész után a diákok véletlenszerűen papír alapon vagy online oldottak meg matematika tesztet. Az első papír alapú teszt 20 feleletválasztós itemet tartalmazott a NAEP 2000 matematika mérésből, aminek skálázási szerepe volt. Akik az online tesztet oldották meg, kötelezően megoldottak egy gyakorlást is biztosító tutorial programot (<http://nces.ed.gov/nationsreportcard/studies/molg8.aspx>). Ezt követően a tanulók ugyanazt a 26 feladatot oldották meg a két tesztkörnyezetben, amelyek közül 16 feleletválasztós, 8 rövid választ igénylő és 2 hosszabb választ igénylő item volt. A tanulóknak lehetősége volt jegyzetpapírt használni. A nyíltvégű feladatok javítására javítókulcs állt rendelkezésre, amely tételesen leírta, hogy mire adható pont, ez alapján kerültek javításra a papír és számítógép alapú feladatok is. A szerzők a feleletválasztós itemeknél 3 paraméteres logisztikus modellt, a szövegalkotóknál az általános parciális kredit modellt használtak az elemzésekhez. Az átlagok tekintetében papír alapon az eredmények szignifikánsan magasabbak ($t=-2,26$; $p\leq 0,05$) voltak. A különbség gyakorlati jelentőségét csökkenti a szerzők megfogalmazásában, hogy a különbség szórása 0,14, ami kisebb, mint 0,2, a Cohen által javasolt kis hatás (*small effects*) korlátja (Cohen, 1988 idézi Bennett és mtsai, 2008). A mintára irányuló vizsgálatoknál, már említetten, akinek legalább egy szülője főiskolai vagy magasabb végzettséggel rendelkezett az jobban teljesített papír alapon ($t=-2,73$, $p<0,05$), ugyanakkor itt is Cohen féle kis hatással kell csak számolni. A szövegbeviteli pontosságot és sebességet prediktív változónak tartják, a tapasztalatok tekintetében megjegyzést érdemel, hogy a tanulók 44%-a mondta, hogy számítógépet legalább egyszer egy héten használják matematikai feladatok megoldásához. A feladatoknak elvileg azonos formában jelentek meg papír és számítógép alapon, de a tanulmányból kiderül, hogy olyan módosításokat hajtottak végre, amelyben például az itemhez tartozó képek máshová kerültek papír és számítógép alapon. A három legnagyobb különbséget eredményező feladatok nyíltvégűek voltak. Ezek közül az egyik esetben könnyen azonosíthatóan az eltérő prezentálási mód eredményezett különbségeket. A feladatban egy számegyenesen kellett meghatározni egy számot, papír alapon azonban nem kellett kiválasztani a szám formátumát, míg számítógép alapon négy variáció közül lehetett választani (27. ábra). Ez a példa jól illusztrálja és empirikus úton megfelelően igazolja, hogy az item reprezentációjában végzett kis módosítások is jelentős változásokat érhetnek el a tesztek közötti eredményekben.

További, az eredmények relevanciáját megkérdőjelező körülmény, hogy a diákok 11 százalékanak volt valamilyen technikai problémája, ami miatt újra kellett kezdeniük, vagy más gépen folytatniuk a tesztelést. Ez rendkívül magas arány, ami befolyásolhatta ezen tanulók eredményességét, például a megoldási motivációjuk elvesztésével. A szerzők feltételezése szerint is a tanulók hátrányt szenvedtek, mivel a NAEP-es laptopokat használtak, amelyeket feltehetőleg rosszabbul használták, mint ahogy az iskolai asztali gépeket használták volna. Bennett és mtsai azzal indokolják a szövegalkotó feladatoknál való gyengébb online teljesítményt, hogy nem csak a megjelenítés módja változik meg, hanem a válaszadási tevékenység is. Elképzelhetőnek tartják, hogy a diákokat számítógépen megzavarja a válaszadás korlátozott lehetőségei, például az, hogy nem rajzolhatnak.

14 MINUTES
NAEP MATH ONLINE
QUESTION 6 OF 9 S2 G8

Directions

Decide if your answer is a

- Whole Number
- Decimal
- Fraction
- Mixed Number

Click on a box and type in the number. If you need to erase, use the Backspace Key.

Jorge left some numbers off the number line pictured above. Fill in the number that should go at **A**.

Pick one of the choices below. Type your number in.

Whole Number	Decimal	Fraction	Mixed Number
<input type="text"/>	<input type="text"/> . <input type="text"/>	<input type="text"/> ----- <input type="text"/>	<input type="text"/> ----- <input type="text"/>

PREVIOUS
REVIEW
NEXT

27. ábra

A legnagyobb médiahatást okozó item számítógépen eltérően reprezentált: a megoldás megadásánál ki kell választani a szám formátumát, ellentétben a papír alapú verzióval (Bennett, 2008)

Choi és Tinkler (2002) valamint Zhang és Lau (2006) kutatásaikat tanulmányok formájában nem publikálták, meta-analízisekben lehet további egy-egy adathoz jutni, de részletes megismerésre nincs lehetőség. Ami nagyban hozzájárul, hogy a mai napig hivatkozások tárgyát képezik ezen publikációk, hogy különbséget tudtak kimutatni a számítógép és papír alapú tesztelés között. A következőkben azok az ekvivalenciát igazoló tanulmányok kerülnek kiemelésre, amelyek a disszertáció további részében hivatkozási alapot jelentenek egy vagy több tényezőre vonatkozóan.

A felsorolt tanulmányok közül Poggio és mtsai (2005) rendelkeznek a második legnagyobb mintával, 2861 hetedikes tanulót vizsgáltak számítógép alapon (úgy, hogy a legtöbbjüknek ez volt az első alkalom) és 33135 tanulót papíron (617 fő jelenti a közös halmazt). Nem találtak szignifikáns különbséget a két tesztkörnyezet eredményei között sem klasszikus, sem valószínűségi tesztelméleti (*item response theory* – IRT) elemzéseket alkalmazva, amihez az is hozzájárulhatott, hogy angol vagy spanyol nyelvű tutorialt oldott meg minden diák, két feladattal. A különböző médiumon nyújtott eredmények erős korrelációs értéket mutattak ($r=0,96$), a pontokban nagy különbségeket okozott a SES és a diákok tanulmányi eredménye, de ez a különbségeket nem befolyásolta. A legnagyobb különbségek a magas tanulmányi eredménnyel bírók esetén mutatkozott, akik számítógépen jobban teljesítettek az alkalmazott matematikai tudást igénylő feladatoknál, de

ezen a területen is, az eredmények 80%-ban fedték egymást. Az IRT-s elemzésekkel különbséget állapítottak meg a speciális nevelési igényű (SNI) tanulóknál, akik az eredmények szerint számítógépen teljesítettek szignifikánsan jobban. Az item szintű elemzések szerint 9 item viselkedett másképp a 204-ből. Azonban ezek közül többet problémásnak neveznek a szerzők, például nem fértek el egy oldalon az itemek, görgetniük kellett a tanulóknak. Viszont nem minden görgetést igénylő feladatnál volt eltérés az eredményekben, így egyértelmű kapcsolatot nem állapítanak meg *Poggioék*. Más hasonlóságot nem véltek felfedezni az eltérően viselkedő itemek jellemzői között. Az eredményeik általánosíthatóságának korlátjaként az életkort nevezik meg, mivel csak hetedik osztályos tanulókat mértek.

Johnson és Green (2006) kutatásukban jelentős hangsúlyt fektettek a nyíltvégű itemekre és a számítógépen történő feladatmegoldási stratégia megismerésére. Ezentúl a diákok CBA-hoz kötődő attitűdjét kívánták megismertetni, betekintést nyerni a motivációs faktoraikba. Ehhez módszerként a megfigyelést és a diákokkal történő interjúzást választották. 104, 10-11 éves tanulót vizsgáltak 4 különböző cambridgeshire-i általános iskolából. Egy tesztet szerkesztettek, amelynek azonos nehézségű, szöveg és szám elemeiben minimálisan eltérő A és B verzióját készítették el. Az itemek három nehézségi szintből épültek fel (könnyű, közepesen nehéz, nehéz) úgy, hogy a közepesen nehézből több épült be az összesen 10 feladat közé. Olyan feladatokat választottak, amelyeknél a diákoknak le kellett írni az egyes lépéseket, az alkalmazott megoldási stratégiákat. A diákok az A tesztet számítógépen utána a B-t papíron vagy fordítva töltötték ki, így 4 csoport alakult ki. A csoportokat véletlen kiválasztással hozták létre. A két tesztkörnyezetben elért pontszámok átlaga nem különbözött szignifikánsan egymástól, azonban az itemek szintjén olyan különbségek adódtak, amelyek a szerzőket további vizsgálatokra ösztönözték.

Eredményeik alapján a különböző médiumokon értelmezhető feladatmegoldási hajlandósággal és munkamódszerekkel kapcsolatban lehet a feladatban szereplő kérdés megfogalmazási módja, a használt számok és a válasz típusa. A tanulók harmadánál megállapították, hogy tesztmédiumtól függően különbözött megoldási stratégiájuk. Rögzítették, hogy mely típusú vagy tartalmi paraméterekkel bíró feladatokon viselkedhetnek a diákok eltérően számítógépen és papíron. *Greenwoodot* és munkatársait (*Greenwood, Cole, McBride, Morrison, Cowan és Lee, 2000*) idézik, akik azt állapították meg a tartalmi elemekre vonatkozóan 12 és 14 évesek vizsgálva, hogy a térbeli tudatosság (*spatial awareness*) és nagymotoros készséggel (*gross motor skills*) kapcsolatos itemek nehezebbek számítógépen.

Johnson és Green vizsgálatában a hibák típusa, a megoldási stratégiák kiválasztása terület specifikusan tért el a két tesztkörnyezetben. A számítási hibák gyakrabban fordultak elő számítógépen, pontosabban a kivonásoknál, az összetett kifejezések felbontásánál és az egyszerűsítéseknél. A nem válaszolás, a kérdések üresen hagyása papíron sokkal gyakoribb volt, mint számítógépen. Az, hogy nagyobb hajlandósággal válaszoltak, más stratégiát jelent, a háttérben lévő okként azt feltételezik, hogy a számítógép nem olyan „fenyegetett” környezet, jobban mernek próbálkozni, tippelni, mint például a számítógépes játékoknál. Különösen a fiúknál figyelték meg a „tegyünk egy próbát” típusú hozzáállást az egyes kérdéseknél, még ha nem is voltak biztosak a válaszban. Ezt a gondolatot tovább erősítik *William* (1999)-re való hivatkozással, aki azt állapította meg, hogy a tudattalan kognitív folyamatok a korábbi tapasztalatoktól függnak, és lehet, hogy aktív szerepet játszanak az egyének döntéshozatali stratégiáiban. Ilyen módon, a számítógépen szerzett korábbi tapasztalatok befolyásolják a

számítógépes tesztelésen való viselkedést is. A számítógépes játékok tipikus filozófiája, hogy „*have a go and start again*” (menjél és próbálkozz újra). További magyarázatként még feltételezik, hogy a tanulók tisztában vannak azzal, hogy a számítógépen nem a tanár javítja az eredményeket és nem fogja szembesíteni adott esetben itemenként a rossz válaszokkal, így nem kell félni a próbálkozások negatív visszhangjától. Az eltérő stratégia alkalmazását támasztja alá az az eredmény is, hogy minden esetben gyorsabban végeztek a diákok papír alapon, mint számítógépen. A megfigyeléseik szerint a teszteléshez nem tartozó tevékenységek (*off task*) gyakrabban fordultak elő számítógépen.

A legtöbb tanulónak pozitív élmény volt a CBA tesztelés, amit könnyebbnek is érezték, mivel a számítógép használata kevesebb munka érzését keltette bennük. Számtalan megjegyzésük vonatkozott arra, hogy az unalmas tartalom számítógépen élvezetesebbé vált. Összességében a szerzők szerint nagyobb tesztelési motiváció mutatkozott számítógépen. A papír alapú médium előnyeinel azt fogalmazták meg leggyakrabban, hogy nem kellett a figyelmüket megosztani úgy, mint számítógépen, a képernyő és jegyzetpapír között. Sokan mondták, hogy azt szeretik, ha közel van egymáshoz a kérdés és az, amin dolgoznak, nem kell a problémáról levenniük a szemüket. Emellett kevés olyan hiba fordult elő, ami az adatok számítógépről papírra és/vagy annak visszamásolásából eredne. Egy-két tanuló esetében azt tapasztalták, hogy egyáltalán nem tudták összeegyeztetni a két médiumot. Náluk a legtöbb hiba a számítógépről papírra való másolás esetében történt. A nemek tekintetében a lányokról feltételezik, hogy nagyobbak a problémáik számítógép alapon. A diákok számítógépen kevesebbet jegyzeteltek, aminek következtében fejben több műveletet hajtottak végre, és ez olyan hibákhoz vezetett, amelyek papíron kevesebbszer fordultak elő. A szerzők véleménye szerint, ha egy feladat már papíron van, nem gondolkodik annyit rajta a tanuló, hogy kiszámolja-e ott. Ezt az eredményt *Johnson* és *Green* egyértelmű bizonyítéknak tartják arra vonatkozóan, hogy eltérő a megoldási stratégia papír és számítógép alapon. Ezzel párhuzamosan azt is megjegyzik, hogy a tanulónak papír alapon van gyakorlata, azaz kialakult megoldási stratégiájuk, szemben a számítógép alapú teszteléssel. Ezért a számítógép alapú tesztkörnyezetben szerzett tapasztalatokat fontos paraméternek tartják az eredményesség, összehasonlíthatóság szempontjából. Erre a paraméterre vonatkozóan nem ismerünk kutatást.

Johnson és *Green* (2006) tanulmányát gyakran idézik, ha a két tesztmédium közötti különbségek érzékeltetése a cél. A szerzők konklúziója is ehhez igazodik, a számítógép alapú tesztelést nehezebbnek ítélik meg („*this study also suggests that primary-school-aged students generally found questions to be more difficult on the computer than on paper*”, *Johnson* és *Green*, 2006. 23. o.), pedig az empirikus eredményeik ekvivalenciát mutatnak. Eredményeik disszeminációját továbbá korlátozza, hogy kutatásukat nagyobb mintára nem terjesztették ki, így csak pilot kísérletként értelmezhetők. Illetve megjegyzést érdemel, hogy nem biztosították számítógép alapon, hogy a diákok szabadon mozogjanak a tesztben, egy megoldás véglegesítése után nem volt lehetőség azok átnézésére, javítására.

Összességében megállapítható, hogy műveltségi terület szerint sem lehet egységesíteni a tanulmányokat médiahatás szempontjából a kiterjedt változórendszer miatt. Ugyanakkor helytelen stratégia is, ha a vizsgálatoknak csak azon végeredményével foglalkozunk, hogy voltak-e szignifikáns különbségek egyik vagy másik médium javára. Mélyebben elemezve a tanulmányokat, sok kritika merülhet fel, ami megkérdőjelezi az eredményeket. Amennyiben szignifikáns különbségek merültek fel, akkor is az eltérések

jellemzően 5%-on belüliek. A különbségekért felelős változókként a tanulmányok az életkort, a feladatok típusát, tartalmát, a számítógépes gyakorlottságot emelik ki. *Johnson és Green* kísérletében rámutatott, hogy a feladatmegoldási stratégiák eltérhetnek a különböző teszt médiákon, amit a számítógépen történő tesztelési gyakorlatlanság is eredményezhet.

A bemutatott eredmények következtében a szakirodalom alapján nem fogalmazható meg egy egységes, minden infrastruktúrára, területre, kontextusra, itemformátumra és mintára kiterjedő konklúzió. Az eredmények ellentmondásainak hátterében az áll, hogy a különböző vizsgálatok más-más konstruktumot, különböző mintán, különféle mintakialakítással és itemformátum segítségével mérnek, és eltérő elemzési technikákkal elemeznek (*Wang és Shin, 2009*). A vizsgálatok eredményei sokszor megkérdőjelezhetőek hiányos dokumentáció miatt, avagy azért, mert bizonyos változóknak nem tulajdonítottak jelentőséget, és nem kontrollálták azokat. E nagyszámú változórendszer hatása és eltérő eredménye miatt az elektronikus tesztelésre történő felelősségteljes átállás érdekében *Pommerich (2004)* azt javasolja, hogy a számítógép alapú tesztelésre való áttérés előtt minden mérési szervezet végezzen összehasonlító tanulmányokat a saját tesztjeivel, technológiai hátterével és mintájával, mert a tanulmányok eredményei nem teljeskörűen általánosíthatóak.

2.3. Az összehasonlító vizsgálatok kutatási stratégiája

A 2.2 fejezet összehasonlító vizsgálatainak bemutatásából már előzetesen kiderült, hogy különböző kutatók eltérő kísérleti szerkezettel, mintakialakítási módokkal, összefüggő vagy független tesztváltozatokkal, különböző változókat kontrollálva, klasszikus és/vagy valószínűségi elemzéseket használva, összefoglalóan, széles spektrumú, változatos kutatási stratégiákkal vizsgálták a médiahatás természetét.

Két alapvető elrendezési mód dominál az összehasonlító kutatásokban. A független minták (*between subjects*) elrendezésénél a megoldókat két csoportba osztják, az egyik csoport számítógépen, a másik papíron dolgozik; az összetartozó minták (*within subjects*) elrendezésénél a tanulók mindkét médiumon megoldják a feladatokat. Ezen elrendezési módnak további változatai és megvalósítási módjai vannak, amelyek különböző jellemzőket teremtenek, eltérő módú következtetések levonására alkalmasak. Ezen jellemzőket tárgyalja, részletezi tovább jelen fejezet.

Független minták kutatási elrendezés

A független minták elrendezési módnak négy altípusát lehet megkülönböztetni. A *random* (véletlenszerű) kialakításnál a résztvevőkhöz véletlenszerűen rendelik hozzá a papír vagy számítógépes tesztkörnyezetet. Ideális állapotot az teremt, ha a két tesztkörnyezethez rendelt alminták azonosnak tekinthetők, a minta tulajdonságainak kontrollálásával vizsgálható a médiahatás. A véletlen mintavétel alkalmas az alapsokaságot reprezentáló és ekvivalens alminták kialakítására, de az egyszerű véletlen mintavételnél tudatosabb és jobban kontrollálható eredményt kapunk, ha a *random* mintaválasztási típusnak rétegzett vagy csoportos, lépcsős véletlen módozatait használjuk. Egy további előnye az utóbbi két változatnak, hogy kisebb minta is elegendő az azonosnak tekinthető minták kialakításához. Egyszerű véletlen mintavételre ad példát: *Russell* (1999), *Pommerich* (2004), *Fitzpatrick* és *Triscari* (2005), *Higgins, Russell és Hoffman* (2005), *Way és Fitzpatrick* (2006), *Way, Davis és Fitzpatrick* (2006) valamint *Keng, McClarty és Davis* (2006), rétegzett mintavételre *Russell és Plati* (2002) munkája, akik a diákok tanulmányi előmentele alapján képeztek alcsoportokat. Ennek az elrendezési módnak egy további lehetséges változata, amikor kettőnél több almintát alakítunk ki. Egy jelentősnek ítélt változó mentén tovább bonthatóak a számítógépen vagy papíron dolgozók. Ilyen megoldást láthatunk a korábban részletesebben bemutatott *Higgins, Russell és Hoffman* (2005) kutatásában, ahol az online résztvevőket tovább bontották aszerint, hogy lapozással vagy görgetéssel kellett a tesztet használniuk, így összességében három csoport keletkezett, és egy fontosnak tartott hatás részletesebb megvizsgálására nyílt lehetőség.

A második altípusnál nem véletlenszerűen rendelik a teszteltek egyik vagy másik tesztkörnyezethez, hanem a résztvevők döntenek arról, lehetőségeik, avagy motivációjuk alapján, hogy melyik tesztkörnyezetben végzik el a tesztelést. Amennyiben a lehetőségek jelentik a választás alapját, akkor jellemzően osztályok, intézmények szerint történik ez a hozzárendelés. Ezt az elrendezési módot illetjük angolul *quasi-experimental design* (kvázi-kísérleti elrendezés) kifejezéssel. Ilyen elrendezésnél nagy valószínűséggel feltételezhető, hogy nem lesznek a mintáink azonosak (szisztematikus elrendeződés várható). A problémát mintaillesztési eljárásokkal (*matching samples*) érdemes megoldani, ami azt jelenti, hogy a két

(vagy több) mintából különböző szempontoknak megfelelően olyan közös halmazt képeznek, amelyek megfeleltethetők egymásnak. Olyan szempontokat érdemes egyeztetni, amelyek az adott vizsgálatot nézve meghatározóak lehetnek az eredményesség szempontjából (pl: nem, szülők iskolai végzettsége, stb.). A szabad választás esetén felmerül annak a kérdése is, hogy a tesztmédiához fűződő attitűd mennyire befolyásolja az eredményességet. A mintaillesztés elvégzéséhez adatokat kell gyűjtenünk a diákok háttérváltozóiról, ami növeli az idő és a pénzügyi költségeket (*Texas Education Agency*, 2008). Kvázi-kísérleti elrendezést alkalmazott például: *Schwarz, Rich és Podrabsky* (2003), *Sandene és mtsai* (2005).

A következő altípus valójában nem a mintaszervezés módjában jelent eltérést, így nem is áll kizáró vagy kapcsolatban az első kategóriával. Ebben az esetben egy korábbi papír alapú mérésnek a tesztjei, illetve eredményei kerülnek felhasználásra az összehasonlító vizsgálatokhoz. Ez gyakran úgy fordul elő, hogy a papír alapú tesztek eredeti céljai között nem szerepelt, hogy azokat majd számítógép alapú eredményekkel is összehasonlítyák. Tipikus, hogy a papír alapú tesztelés valamilyen nagymintás (akár reprezentatív) kötelező jellegű mérésből származik, a számítógépen viszont önkéntes részvétellel realizálódik. Ez az elrendezés több problémát is felvet, mivel könnyen elképzelhető, hogy nem minden item valósítható meg számítógépen, vagy csak jelentős módosításokkal. Amennyiben emiatt eltérő tesztváltozatokat kell kidolgozni, akkor az alkalmazható vizsgálati elemzések eszköztára is csökken, a klasszikus tesztelméleti módszerek nem alkalmazhatóak, nem minden papíron felvett itemet lehet vizsgálni. További problémát jelent, hogy ilyen eljárás mellett hogyan lehet ekvivalens mintákat kialakítani, mennyire feleltethetők meg azok egymásnak, különböző elemszám esetén mi a teendő (*Lottridge, Nicewander, Schulz és Mitzel*, 2010). Ebben az esetben is a mintaillesztési eljárások jelentik a megoldást. A következő kutatásokban a fenti elrendezést alkalmazták: *Schwarz, Rich és Podrabsky* (2003), *Sandene és mtsai* (2005), *Way és Fitzpatrick* (2006), *Way, Davis és Fitzpatrick* (2006), *Keng, McClarty és Davis* (2006), és a disszertációban bemutatott kutatás is.

A negyedik esetben a papíron vagy számítógépen tesztelt diákok megoldanak ezek mellett még egy tesztet, amely mindenki számára azonos tesztváltozatból és tesztkörnyezetben zajlik. Ezt jellemzően papír alapon, elsőként végeztetik el a teszteltekkel. Funkcióját tekintve invariánsként használható fel a két médium átlagának összehasonlításakor és az itemszintű elemzéseknél. Ezen a teszten mindenki számára azonosak a feltételek, így lehet viszonyítani, milyen változásokat hoz a médium megváltozása, vagy azonos médiumú eredmények esetén beszélhetünk-e tesztből tanulásról, vagy jelenkezik-e a fáradtság hatása (*Lottridge és mtsai*, 2010). Az eredmények felhasználhatók a későbbi mintakialakításhoz, képességszintek szerinti ekvivalens csoportok kialakításához is. Ilyen kutatási stratégiát alkalmazott például: *Russell és Haney* (1997), *Bennett és mtsai* (2008), *Zhang és Lau* (2006).

A független mintájú elrendezés előnye, hogy használhatók azonos feladatok, így nem kell különböző, de ekvivalens nehézségű feladatok szerkesztésével és összehasonlíthatóságának problémájával számolni; kiküszöbölhető a tesztből való tanulás hatása, az egyszeri adatfelvétel könnyebbség a minta számára. A módszer hátránya, hogy biztosítani kell a két különböző tesztmédiumon teljesítő minták ekvivalenciáját. Ez többek között azért nehéz, mert biztosan nem tudható, hogy mely változókat kell figyelembe venni, illetve minél több szempontot veszünk figyelembe, annál nagyobb az esélye, hogy nem találunk minden paramétert tekintve azonos párt a mintaillesztésnél. Módszertanilag növeli a

megbízhatóságot a negyedikként bemutatott elrendezés, amelynek egyúttal nagyobb az idő és költségigénye.

'Összetartozó minták' kutatási elrendezés

Az összetartozó minták esetében háromféle variációról beszélhetünk. Az első esetben ugyanazokat az itemeket oldják meg a tanulók számítógép és papír alapon. Annak érdekében, hogy a sorrend hatását ellensúlyozzák a tanulók, az osztályok, iskolák egy része számítógép-papír, másik része papír-számítógép sorrendben halad (Lottridge és mtsai, 2010). Ahhoz, hogy a két minta ekvivalens legyen, véletlenszerűen (egyszerű, rétegezett vagy csoportos, lépcsős) kell a tanulókat az egyes sorrendekhez rendelni. Ezek mellett szabad választásra mutat példát Poggio és mtsai (2005), ahol az iskolák maguk dönthettek a sorrendről, ennek hatását a különböző sorrendet választó minták összevetésével lehet kontrollálni. Amennyiben a tesztek egymás után közvetlen oldják meg a diákok, akkor a tesztből való tanulás hatása mellett a fáradás tényezőjével is számolni kell. Ha a tesztek között hagynak pihenő időt, vagy napot, akkor a fáradás tényezője kevésbé lényeges, de nagyobb lehet a tesztből való tanulás módosító hatása, mivel megbeszélhetik, átgondolhatják korábbi megoldásaikat. Azonban mindkét variációnál feltételezhető, hogy csökken a tesztelési motiváció, mivel ugyanazokat a feladatokat kell kétszer megoldaniuk a tesztelteknek. Erre az elrendezésre ad példát Eignor (1993), Pomplun és Custer (2005).

A második variáció esetében a diákok nem ugyanazt a tesztet oldják meg papír és számítógép alapon, hanem egy tesztnek az ekvivalens változatait (Lottridge és mtsai, 2010). Erre láttunk példát a korábbiakban részletezett Johnson és Green (2006) munkájában. Egy konkrét feladat A és B változatára példa (Johnson és Green, 2006. 8. o.) :

- A: „*David plants 15 rows of carrots in his vegetable garden. There are 13 carrots in each row. How many carrots does he plant?*” (Dávid 15 sorban ültet répákat a kertjében. 13 répa van egy sorban. Hány répát ültetett összesen Dávid?)
- B: „*Bob plants 15 rows of turnips in his vegetable garden. There are 25 turnips in each row. How many turnips does he plant?*” (Robi 15 sorban ültet fehérrépákat a kertjében. 25 répa van egy sorban. Hány fehérrépát ültetett összesen Robi?)

Az A és B változat között kis különbségek vannak, mind a feladat szövegében, mind a műveletekhez felhasznált számok tekintetében, ami a végeredmény szempontjából is eltérést okoz. Ekvivalens nehézségű, de mégis eltérő feladatok készítése teszt szerkesztői kihívás és költségnövelő tényező. További változata ennek a kutatási elrendezésnek, ha egy megelőző fázisban azonos médiumon, azonos feladatokat oldanak meg a tanulók, és utána tesztelik őket különböző médiumon azonos, de az előzőtől eltérő feladatokkal. Ennek a megoldásnak a célja, feladata analóg a független mintáknál leírt negyedik esettel. Erre példát Choi és Tinkler (2002) publikációja szolgáltat, további, előzetes teszt nélküli tanulmányok: Pomplun, Frey, Becker és Hughes (2000); Poggio és mtsai (2005).

A harmadik változat speciális eset, mivel azoknál a típusú feladatoknál és azokból képzett teszteknel értelmezhető, ahol a kérdésekre nincs egzakt, egyértelmű válasz, olyan nyíltvégű feladatok, mint például az esszéírás. Ilyen esetben a tesztet javítók értéklelei kerülnek

összehasonlításra, például a kézzel írott szövegek a billentyűzeten bevitttel (*Lottridge és mtsai, 2010*). A tanulók mindkét médiumon elkészítik munkájukat, majd az értékelők ítéletet alkotnak és ezek összevetésével kerül megbecsülésre a médiahatás mértéke. Az ilyen típusú összehasonlító vizsgálatokba bevont minták az értékelők terhelése miatt jellemzően kis elemszámúak. Példák: *Hollenbeck, Tindal, Stieber és Harniss (1999)*; *Russell és Tao (2004)*, *Nagy (2014)*; *Nagy és Rontó (2014)*.

Az összetartozó minták elrendezés előnye, hogy a két médiumon vizsgált minta megegyezik egymással, így nem jelent problémát az egyéni különbségekből eredő hatás és a médiahatás megkülönböztetése, azonosítása. Ugyanakkor, az ismételt tesztmegoldás a tesztből való tanulás, a fáradtság, motivációvesztés jelenségét hordozza magával, amit különböző párhuzamos tesztváltozatok készítésével lehet kompenzálni többlet költségek árán. A megbízható eredményekhez alacsonyabb mintaelemszám is elegendő, szemben a független minták esetével, de ezen elrendezésnél a teszteltek jobban igénybe vesszük. Ennek következtében nagymintás méréseknél kevésbé alkalmazhatók (*Lottridge és mtsai, 2010*).

Elemzési módszerek

Az elrendezési módok egyben meghatározzák az elemzésekhez használható módszerek körét, lehetőségeit is. Az összehasonlító vizsgálatok kezdetén a kutatók a két tesztkörnyezetben elért nyerspontoszámok átlagának (pl.: *Russell, 1999*), skálázott átlagok (pl.: *Way, Davis és Fitzpatrick, 2006*) és az IRT theta átlagok (pl.: *Choi és Tinkler, 2002*) összevetésével vizsgálták a különbségeket, amelyre a t-próba vizsgálatok alkalmasak. További mérőszámként, a (média)hatás mértékének megállapításához a *Cohen*-féle d mutató (*Cohen, 1988*) használata gyakori a tanulmányokban. Azokban a független vagy összetartozó minták menti elrendezésekben használható az átlagok összevetése, amelyekben az itemek és a megoldók azonosak, vagy biztosított az azonosságuk. A t-próbák eredménye és a hatásmutatók könnyen értelmezhető eredmények közé tartoznak, ugyanakkor több szempontból sem alkalmasak a médiahatás természetének mélyebb jellemzésére. Mivel az átlagos teljesítményből indulnak ki, ezért mind az itemek, mind az egyedek, valamint az ezekből képzett csoportok szintjén lehetnek nagy különbségek, amelyeket (csak) az átlagok összevetése elfedhet. Az egyenértékűséget az átlagokkal és szórással önmagában nem elegendő vizsgálni, fogalmazza meg *Schroeders és Wilhelm (2010)*, ezek az elemzések azon az implicit feltételezésen alapulnak, hogy a tesztmédián belüli és a tesztmédiák közötti variancia ugyanaz, ilyen módon ezek az összehasonlítások nem foglalkoznak a variancia-kovariancia struktúrákkal.

Az interindividuális különbségek értékeléséhez faktoranalízist, azon belül is a *multigroup confirmatory factor analysis* (MGCFA, többszoportos megerősítő faktoranalízis) eljárást javasolja a fenti szerzőpáros. A faktoranalízis használata azon a feltételezésen alapul, hogy ha két mérőeszköz ugyanazt a konstruktumot méri, akkor a faktorstruktúrájuk is megegyezik. A megerősítő faktoranalízissel (*confirmatory factor analysis – CFA*) a kutatók deduktívan specifikálják a hatásmechanizmus elméleti modelljét, majd ellenőrzik, hogy a megfigyelt indikátorok megfelelnek-e az elméletüknek (*Berends, 2006*). A csoporton belüli és a csoportok közötti összehasonlításhoz a többszoportos megerősítő faktoranalízis elemzései szükségesek. Ez az eljárás azonban csak az összetartozó minták esetén lehetséges, annak is az

első változatában, amikor a diákok ugyanazokat az itemeket oldják meg (Lottridge és mtsai, 2010; Schroeders és Wilhelm, 2010).

A valószínűségi tesztelméletek (*Item Response Theorie*– IRT) alkalmazásával számos lehetőség nyílik az összehasonlító vizsgálatok tárgykörén belül, amelyet a klasszikus tesztelméletek nem tudnak biztosítani. A Rasch-modell segítségével úgy tudjuk jellemezni az itemek nehézségét (*item estimate*), hogy az független a tesztől, illetve a tanulók képességszintjét úgy határozhatjuk meg, hogy az független a tesztet megoldók mintájától. Amennyiben különböző tesztváltozatokat és mintákat alkalmazunk, akkor is összehasonlíthatóak az eredmények, abban az esetben, ha az egyes tesztváltozatokat összekapcsoljuk közös, úgynevezett horgony itemek segítségével. Avagy egy közös előtesztet alkalmazunk, azonos médiumon, ahogy az összetartozó és független minták egyes altípusainál láthattuk. A Rasch modellt alkalmazva egy skálán láthatjuk a különböző médiumon teljesítő teszteltek és itemeket. Az item szintű és interindividuális különbségek megállapítása lehetségessé válik, így meghatározható azon feladatok és feladatjellemzők, alminták és azok jellemzői, amelyek a két médium közötti eltérésekért felelősek lehetnek (Molnár, 2013). Például Bennett és mtsai (2008) matematika területén a különböző médiumokon felvett itemnehézségi értékeket vetettek össze, azonosították az két tesztkörnyezetben eltérő nehézséggel bíró itemeket, majd vonták le a következtetéseiket a médiahatásra vonatkozóan. A minta háttéradatait is bevonó valószínűségi tesztelméleti módszereket a *differential item functioning* (különböző itemműködés), *differential item category functioning* (különböző itemkategóriaműködés), *differential distractor functioning* (különböző disztraktorműködés) elemzési módok biztosítanak. Mivel ezek tényleges felhasználása nem történik meg a disszertáció kutatásában, így részletes leírására nem térek ki, lásd részletesen például: Zumbo (1999), médiahatás-vizsgálatban alkalmazva: Poggio (2005). A valószínűségi tesztelméletek használhatóságának jellemző korlátját az jelenti, hogy például a Rasch-modell esetén, akkor tartják megbízhatónak az eredményeket, ha legalább 500 fő vett részt a méréseken (Lottridge és mtsai, 2010).

A minta háttéradataira vonatkozó vizsgálatok

Az előző fejezetben részletes bemutatásra került, hogy az összehasonlító vizsgálatok a mintának milyen demográfiai és egyéb adatait veszik figyelembe a médiahatás megállapításához. Általános, az alap hipotézisek közé tartozó feltételezés, hogy a tesztmédium megváltozása különbözőképpen hat a teszteltek egyes almintáira. Az ilyen típusú vizsgálatok elvégzésére regresszióanalízis (pl.: Russell, 1999; Russell és Plati, 2001; Higgins, Russell és Hoffman, 2005), variancia (pl.: Sandene és mtsai, 2005; Pomplun és Custer, 2005; Poggio és mtsai, 2005) és kovariancia (pl.: Way és Fitzpatrick, 2006) elemzések a legjellemzőbbek.

Amennyiben a vizsgált háttérváltozó skálája kétértékű, például a teszteltek neme, még könnyen követhetők az összehasonlítások. Egyrészt érdemes megvizsgálni, hogy a két tesztmédiumon egymástól függetlenül, milyen elrendezést vesz fel a két érték (például papíron a lányok szignifikánsan jobban teljesítenek, mint a fiúk; számítógépen nincs különbség a két nem között pontszámokban). Másrészt össze kell hasonlítani, hogy az egyes értékek mentén van-e különbség a két médiumon való teljesítés között (például a lányok azonosan teljesítenek mindkét médiumon, papíron a fiúk szignifikánsan rosszabbul teljesítenek).

6. táblázat. Példa a háttérváltozók összehasonlításának struktúrájára

	$\bar{A}tlag_{PP}$	$\bar{A}tlag_{CBA}$	<i>Médiumok közötti különbség nemek szerint</i>
Lányok	100	102	$p > 0,05$
Fiúk	80	95	$p < 0,05^*$
<i>Nemek közötti különbség médiumok szerint</i>	$p < 0,05^*$	$p > 0,05$	

A nehézséget az okozza, ha a változó kettőnél több értéket vehet fel. Ekkor a páronként elvégzett összehasonlítások helyett a kutatók a variancia, illetve kovariancia elemzéseket használják.

A tesztmédiumok megbízhatóságának azonossági vizsgálata

Az egyenértékűség feltételéhez az is hozzátartozik a pontok megfeleltetésén túl, hogy a két tesztmédium azonos megbízhatósággal mérjen, a tesztek belső konzisztenciája megegyezzen (*International Test Commission*, 2005). Klasszikus tesztelmélethez tartozóan a tipikus reliabilitási mérőszám a Cronbach- α mutató. A két különböző tesztmédiumon tapasztalható megbízhatósági mutatókat a *Pearson*-féle χ^2 -négyzet próbával hasonlíthatjuk össze. Azonban kevés ilyen vizsgálatról tudunk: *Zhang és Lau* (2006), *R. Tóth* (2014).

A modern tesztelméleti módszerek esetében a személyszeparációs (EAP/PV) reliabilitásimutatók és az IRT információs függvények összevetésével hasonlíthatjuk egymáshoz a tesztkörnyezetek megbízhatóságát. Az információs függvények egy adott nehézségű item segítségével különböző képességszintek mellett kinyert információ mértékét mutatják meg, minél kisebb a variancia annál több információt nyerünk ki (*Molnár*, 2013). Tesztinformációs görbék összehasonlítását például *Poggio és mtsai* (2005) végezték el.

2.4. Nemzetközi irányelvek a számítógép alapú tesztelésben

A technológiai alapú tesztelés általánossá válásának következtében számtalan olyan probléma és kérdés merült fel, amely igényelte, hogy központi iránymutatások segítsék a technológia tesztelésben való felelősségteljes implementációját.

A különböző mérés-értékelési intézetek tesztrendszerai eltérő hardver paraméterekkel (pl.: laptop vagy asztali számítógép, különböző típusú és felbontású monitorok, eltérő internetkapcsolati sávszélesség stb.), információ megjelenítési jellemzőkkel (betűtípus és méret, az egy képernyőoldalon megjelenő itemek száma, a képi és szöveg elemek elrendezési módja stb.) és tesztmegoldási mechanizmusokkal (visszalépés-, javítás engedélyezése; itemenkénti vagy tesztvégi eredmény közvetítés stb.) rendelkeznek. Az így kialakuló variábilis tesztkonstruktumok különböző médiahatást eredményezhetnek azonos minta (és teszt) esetén is. A nagyszámú változórendszer nem kívánt teljesítménybefolyásoló hatása megfelelő keretek között tartható a számítógép alapú tesztelésre vonatkozó standardok, általános irányelvek, ajánlások követésével (Lent, 2009). Amennyiben a mérés-értékeléssel foglalkozó szervezetek figyelmet fordítanak az előírásokra, úgy a különböző konstruktumokból származó médiahatás irányítható válik, amely a számítógép és papír alapú tesztelés közötti különbségek minimalizálásában is segíthet. A mérés-értékelésre vonatkozó szabványok nélkül csökkenhet a mérések pontossága, a pontok összehasonlíthatóságának mértéke. Az előírásokkal biztosítható, hogy minden tanulónak azonos esélye legyen tudásának, képességeinek megmutatására (AERA, APA és NCME, 1999). Az 1990-es évek óta jellemzőek a számítógép alapú tesztelésre vonatkozó irányelvek, amelyek közül az elmúlt évtizedben való ajánlásokat emelem ki:

- *Guidelines for computer-based testing* (Útmutatások a számítógép alapú teszteléshez) – Association of Test Publishers, 2002 (Tesztszerkesztők Egyesülete)
- *Guidelines for the development and use of computer-based assessments* (Útmutatások a számítógép alapú mérések fejlesztéséhez és alkalmazásukhoz) – British Psychological Society Psychological Testing Centre, 2002 (Britt Pszichológiai Társaság, Pszichológiai Teszt Központja)
- *Principles for the validation and use of personnel selection procedures* (Alapelvek a személyek felvélteli eljárásának a validálásához) – Society for Industrial and Organizational Psychology, 2003 (Ipari és Szervezeti Pszichológiai Társaság)
- *International guidelines on computer-based and internet delivered testing* – International Test Commission, 2005 (fordítást lásd: 106. o.)
- *Using online assessment tools for recruitment* (Online mérés használata felvéltelénél) – Psychological Testing Centre, 2006 (Pszichológiai Teszt Központ)

Ezek mellett ismerünk olyan dokumentumokat, amelyek praktikus tanácsokkal, a gyakorlati kivitelezésre vonatkozóan fogalmaznak meg útmutatásokat, adott esetben a fenti dokumentumokra is építve:

- *Effective Practice with e-Assessment* (Gyakorlati alkalmazása az elektronikus értékelésnek) – Joint Information Systems Committee, 2007 (Közös Információs Rendszerek Bizottsága)
- *Centre guide – Delivering international qualifications* (Központi útmutató – A tesztközvetítés nemzetközi szabványai) – City & Guilds, 2009 (Város és Egyesület)
- *Computer-aided Assessment Policy and Procedures* (Számítógéppel támogatott értékelés irányvonalai és eljárásai) – iSolutions, 2009 (iMegoldások)
- *Assessment Handbook for Staff: Effective Practice in Assessment (2013/14)* (Értékelési kézikönyv a személyzetnek: Gyakorlati tanácsok a tesztelésben 2013/14) – University of the West of Scotland, 2013 (Nyugat Skóciai Egyetem)
- *Assessment Handbook for Staff 2014/2015* (Értékelési kézikönyv a személyzetnek 2014/2015) – University of Bath, 2014 (Bath Egyetem)

Mára minden jelentősebb mérési intézet rendelkezik hasonló dokumentumokkal, amelyek a saját paramétereikhez igazítottan fogalmaznak meg útmutatásokat az elektronikus tesztelés gyakorlati kivitelezésére vonatkozóan.

A nemzetközi előírások kitérnek hardver, szoftver jellemzőkre; megbízhatósági kérdésekre és az ehhez kapcsolódó vizsgálatokra; a mintára, az egyéni különbségekből eredő hatások kezelésére, a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlítására vonatkozó útmutatásokra, validitási kérdésekre, valamint a biztonsági kérdésekre és egyéb kontextuális paraméterekre (pl.: megvilágítás) is. Egyaránt szólnak ezek a dokumentumok a teszt fejlesztőinek, a teszt közvetítőinek, a teszt felhasználóinak és az eredményeket elemzőknek. Az útmutatások origópontját a Nemzetközi Teszt Bizottság (*International Test Commission*) által 2005-ben kiadott Számítógép és internet alapú felmérés nemzetközi útmutatója (*International guidelines on computer-based and internet delivered testing*) jelenti. Az útmutató tartalmát tekintve négy részre oszlik: technológiai kérdések, minőségbiztosítási kérdések, a szabályozás szintjei, valamint a biztonság és a magánélet védelme. Kritikaként róható fel, hogy a technológiai alapú tesztelésben számtalan változás, fejlődés történt az elmúlt tíz évben, mégsem követte a 2005-ös kiadást újabb.

Az útmutatók legfontosabb közös megállapításai (*Association of Test Publishers*, 2002; *British Psychological Society Psychological Testing Centre*, 2002; *Society for Industrial and Organizational Psychology*, 2003; *International Test Commission*, 2005; *Psychological Testing Centre*, 2006):

- a szükséges hardver, szoftver konfiguráció világos ismertetése, viszonylagos függetlenség biztosítása, az iskolák paramétereire való igazodás,
- olyan technológia használata, ami elengedhetetlen a méréshez,
- olyan technológia alkalmazása, ami nincs adott gépre vagy operációs rendszerre korlátozva,
- a képernyőről való olvasáshoz megfelelő betűtípus és szín használata, a monitor méretének és felbontásának függvényében történő betűméret meghatározás,
- szabványosított feladatmegjelenítés, amelyben egyértelműen elválik az instrukciós rész az item szövegétől, és csak a megoldáshoz releváns információk jelennek meg,
- egy feladat egy képernyőoldalon való megjelenítése, az oldal görgetésének elkerülése,
- a feladatok közötti szabad váltás lehetősége, azok átnézése, kihagyása, javítása biztosított szolgáltatás legyen,
- tesztmegoldás közben nincs értékelés, nem ismertek a részeredmények,
- egyértelmű utasítások, hibajelzések segítsék a megoldókat,
- a nem megfelelő számítógépes gyakorlattal rendelkezők tutorial feladatokkal történő segítése, felkészítése, ellenőrzése,
- biztonsági előírások betartása (ISO 27000 szabványcsalád alapján),
- technikai problémákra, a tesztelés váratlan megszakadására való felkészülés, akcióterv készítése,
- megfelelő tesztkörnyezet (bútor ergonómia, monitor-tanuló távolság, fényviszonyok, zaj mentesség) biztosítása,
- az egyik legfontosabb alapelv a papír alapú tesztek számítógépre való vitelekor, hogy a számítógép alapú mérés minden arra alkalmas paraméterében igyekezzon a papír alapú tesztelés jellemzőit szimulálni.

Több, a 2.2 fejezetben bemutatott kísérlet igazolta, hogy a tesztkörnyezettel kapcsolatos különböző kontextuális paramétereknek teljesítménybefolyásoló hatásuk van a számítógépen elért eredményekre, nem megfelelően kivitelezett közvetítő eszközzel megváltozhat a tesztek validitása (pl.: *Water és Pommerich*, 2007; *Leeson*, 2006; *Bridgeman, Lennon és Jackenthal*, 2003). Ezen változók egymással is kapcsolatban állhatnak (pl.: monitor felbontás, betűméret), így kombinációjuk is külön médiahatást befolyásoló faktor lehet. A szabványok teljeskörű követésével azonban olyan konstruktum variációk jöhetnek létre, amelyek a változók együttes

hatását is képesek kezelni. Az előírásokat mind a mérés-értékelési rendszer programozóinak, a tesztíróknak és szerkesztőknek mind a mérést lebonyolító technikai szakembereknek is figyelembe kell venniük. Az esélyegyenlőség biztosítása szempontjából szükséges – különösen azokban az esetekben, amikor az online tesztelés tétellel bír és/vagy fontos szempont a papíralapú eredményekkel való összehasonlíthatóság – az empirikus validitás biztosítása, nem elég annak csupán a feltételezése (Kolen, 1999. 86. o.).

Waters és Pommerich (2007) bírálta a nemzetközi útmutatásokat, mivel szerintük az irányelveknél nagyobb szabályozásra, standardokra volna szükség, hogy minden elektronikus tesztelésben résztvevő számára érvényesek, megbízhatóak, objektívek legyenek a mérési feltételek. Ezt támasztja alá (függetlenül attól, hogy nem célja) a *Standards for Educational and Psychological Testing* (AERA, APA és NCME, 1999. 61.o.) az általános médiumtól független alábbi útmutatása is:

„Ha a tesztelteknek adott utasítások, a teszt környezeti feltételei és a pontozási mechanizmusok ugyanazt a részletes eljárást követik, a teszt szabványosnak mondható. Ilyen szabványosítás nélkül a megbízhatóság és a ponteredmények összehasonlíthatósága csökkenne. Az olyan teszteknel, amelyek a teszteltek tudását, készségeit vagy képességeit mérik fel, a szabványosítás biztosítja, hogy minden vizsgázó ugyanazokat a lehetőségeket kapja meg a teszt során, alkalmasságának bizonyítására.”

Waters és Pommerich (2007) véleménye alapján ennek a körülménynek tudható be az is, hogy nincsen releváns, széles szakmai körökben elfogadott jelentés a technológiai paramétereket illetően. A technológiai alapú tesztelés széleskörű elfogadottságához, további elterjesztéséhez szintén hozzájárulhatna egy egységesebb, friss, szigorúbb szabályozás. A nem megfelelően kivitelezett elektronikus tesztelés könnyen előidézhetheti, hogy a két tesztmédiumon eltérő eredmények szülessenek, kontrollálatlan legyen a médiahatás.

3. PAPÍR ÉS SZÁMÍTÓGÉP ALAPÚ MATEMATIKA TESZTEREDMÉNYEK EMPIRIKUS ÖSSZEHAJONLÍTÓ VIZSGÁLATA ELSŐTŐL HATODIK OSZTÁLYIG

3.1. Az empirikus kutatás céljai, hipotézisei

Magyarországon az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport koordinálásával kezdődtek meg a technológia alapú mérés-értékelési folyamatok (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2008). A 20 éves mérési hagyományokkal rendelkező szegedi műhely célja, hogy a számtalan tárgykörben végzett kutatásainál az adatfelvételi módszereit a nemzetközi trendeket követve technológia alapúvá tegye. Az áttérés folyamatai párhuzamosan zajlanak egymás mellett, amelyben első és második generációs tesztelési formák jellemzik méréseiket. A tesztelések a jövőben szélesebb életkori spektrumon, mérési területeken, változatos IKT eszközök bevonásával (pl.: tablet) tervezik véghezvinni, későbbiekben megvalósítva a harmadik, negyedik tesztelési generációkat.

Az áttérés felelősségteljes megvalósításához kezdetektől folynak papír és számítógép alapú tesztelést összehasonlító vizsgálatok. A 2.2.4. fejezet bemutatatta, hogy a médiahatást leggyakrabban az induktív gondolkodás (Csapó és mtsai, 2009; R. Tóth és Molnár, 2010; Molnár, R. Tóth és Csapó, 2010) területén vizsgálták, emellett szövegértés (Hódi és R. Tóth, 2009), komplex problémamegoldás (Molnár, 2010), matematika (Hülber, 2012; Hülber és Molnár, 2013), fogalmazás (Nagy, 2014), állampolgári kompetenciák (Kinyó, 2014), iskolaérettség (Csapó, Molnár és Nagy, 2014) esetében folytak további kutatások. A mintát jellemzően általános iskolás diákok alkották. A 2011 előtti mérések TAO platformon, ez utániak pedig a szegedi műhely fejlesztette eDia (Molnár és Csapó, 2013) rendszerével valósultak meg.

A számítógép alapú méréseik megbízhatósága minden egyes esetben megfelelő volt. Az összehasonlító vizsgálatok tekintetében Magyarországon is diverz eredmények születtek, magyarázatként a nemzetközi tapasztalatokhoz hasonló konklúziót fogalmazhatunk meg (Wang és Shin, 2009): az eltérő minta, tesztelési platform, feladat reprezentáció, infrastruktúra, mérési terület és elemzési módok állhatnak az inkonzisztens eredmények háttérében. A hazai következtetések közül konszenzus értékű az itemek és az egész teszt reprezentációjára, kiköszvetítésére vonatkozó megállapítás, ami a nemzetközi eredményeket is igazolja, miszerint minél inkább hasonlatosak egymáshoz a bemutatási módok, annál jobban megfeleltethetők egymással a két médiumon elért pontszámok. Az életkort prediktív változónak jelölik meg, a kor előrehaladtával a különbségek csökkenő tendenciáit figyelték meg. A minta további jellemzőire vonatkozóan a tanulók tanulmányi eredményességét meghatározónak, számítógépes gyakorlottságot és az ökonómiai státusz változókat elhanyagolható erejűnek találták a médiahatás szempontjából, nem tekintetében ellentétes eredmények mutatkoztak. Az itemek típusát több magyar tanulmány is fontos paraméterként jelzi, vagy feltételezi a tesztmédiumok közötti különbségekben.

A disszertáció kutatása is a fenti áramba illeszkedik bele, összességében a papírról számítógépre történő áttérést segíti azáltal, hogy vizsgálja a két tesztmedium közötti különbségeket matematika területén, elsőtől hatodik osztályig. A különbségek mértékének megállapítása teszi lehetővé, hogy kijelenthessük, azonos konstruktumot mérünk-e papír és számítógép alapon, a különbségek azonosításával meghatározhatjuk azon körét a tesztelteknek és itemeknek, amelyeknél számolni kell a médiahatás jelenségével, és nem pontosak a mérési eredmények. Az eredmények tükrében lehet validálni a számítógép alapú matematika-tesztelést, megállapítani, hogy megbízhatóan és méltányosan működik-e, biztosítani a korábbi vagy párhuzamos papír alapú eredményekkel való összehasonlíthatóságot. A szegedi műhely áttérési folyamatainak segítségével, az eredmények felhasználhatók országos szinten a számítógép alapú matematika mérések megvalósításához, papír és számítógép alapú matematika eredmények összevetéséhez. Ez a tervezett nemzetközi (pl.: PISA) és hazai nagymintás (pl.: OKM) számítógép alapú mérések megvalósításához elsődleges információkat szolgáltat.

A matematika területére azért esett a választás, mert az alaptantárgyak közé tartozik, meghatározza a tanulók előmenetelét általános iskolától kezdve a középiskola befejezéséig (Bennett és mtsai, 2008). Az elsőtől hatodik osztályig tartó intervallum azt az életkori spektrumot fedi le, amikor a diákok számítógépes gyakorlottságában, jártasságában nagy különbségek lehetnek (Molnár és Pásztor, 2015), így jól vizsgálható az életkor és az IKT tapasztalat szerepe. A kutatás során felhasznált itemek nem korlátozódnak feleletválasztós itemekre, hanem minden lehetséges paraméter (típus, tartalom, kontextus) mentén igyekeznek a papír alapon elérhető teljes spektrumot lefedni. A kutatás hiánypótló munkának tekinthető Magyarországon, mivel az eddigi legnagyobb minta bevonásával vizsgálta a médiahatást, az eddig csak a PISA vizsgálatokban kutatott matematika területén, olyan széles körű itemparamétereket vizsgálva, amelyek nemzetközi szinten is ritkaságnak számítanak. Mintaelemszám tekintetében egyedi, hogy számítógépen az elemi iskolásokat is nagy mintán vizsgálja, minden évfolyamon több, mint háromezer diák bevonásával. A nagyságrendeket érzékeltetve az amerikai nemzeti oktatási statisztikai hivatal (NCES) által indukált elektronikus tesztbeválasztási vizsgálata során számítógépen 1016-an dolgoztak (Sandene és mtsai, 2005). A népesség és a teszteltek arányát tekintve, nemzetközileg is kiemelkedik a vizsgálat, ami az eredmények általánosíthatóságát jelentős mértékben növeli. A korábban leírtakat felelevenítve, az összehasonlító tanulmányok legnagyobb része az Amerikai Egyesült Államokból származik, az ottani tesztelési hagyományokra épül, így elsősorban zártvégű itemeket alkalmaz. A nyílt végű feladatok összehasonlítására csak kevés tanulmány vállalkozott, alacsony mintaelemszámmal és – tudomásunk szerint – egyik sem tűzte ki célul, hogy mind a feladatok típusa, belső tartalmi jellemzői és a megoldáshoz szükséges tudáselemek mentén is lefedje a számítógépen megvalósítható papír alapú feladatok körét, és megismerje viselkedésüket.

A kutatás céljai:

- 1-6. évfolyamos diákok online tesztkörnyezetben való viselkedésének feltérképezése,
- papír és számítógép alapú környezetben nyújtott matematika teljesítmények összehasonlítása,
- azon item paraméterek meghatározása, amelyeknél jellemző a teljesítmények valamilyen irányú eltérése, vagy azonossága,
- olyan részminták azonosítása, amelyek tipikusan azonosan, illetve eltérően viselkednek különböző tesztkörnyezetben.

A technológiai, infrastrukturális paraméterek vizsgálatára nem nyílt lehetőség, nem álltak rendelkezésre hardver diagnosztikai eszközök, így sem a célokban, sem hipotézisekben nincsenek erre vonatkozó paraméterek.

A megfogalmazott hipotézisek a 2.2. fejezetben bemutatott kutatások eredményeire épülnek, kiemelt tekintettel a matematikára és a magyarországi eredményekre vonatkozóan. Azokban a kérdésekben, amelyekben a kutatási eredmények ellentmondásosak, alternatív, irány nélküli hipotéziseket fogalmaztam meg. A hipotézisek körét általános érvényű, itemparaméterekre és mintára vonatkozóakra kategorizáltam.

Az általános érvényű hipotézisek (H1-2) közé azokat soroltam, amelyek a kutatásban szereplő online matematika-tesztelés egészére vonatkoznak. A megfelelően kivitelezett online tesztek alkalmas infrastruktúrával a nemzetközi és magyar kutatások alapján is megbízhatóan mérnek, ennek alapján feltételezem, hogy az online tesztek belső konzisztenciája a papír alapú médiumhoz hasonlóan megbízható lesz (H1). A megfelelően kivitelezett kifejezés alatt a nemzetközi ajánlásoknak az egyértelmű követését értem, illetve azt, hogy csak olyan itemeknél vizsgáltam a médiahatást, ahol megoldható volt a papír alapú itemekkel azonos reprezentáció az online felületen. A kutatási koncepció lényegi elemét képezte, hogy a körülményekkel, a médiahatást befolyásoló változók kontrollálásával, illetve ismeretében végzett online matematika-tesztelés megfelelő jószágmutatókat és összehasonlíthatóságot eredményez. Ennek megfelelően nem volt cél az ellenpólus vizsgálata, a feladatok reprezentálásának direkt eltérő megvalósítása, a számítógépen való rosszabb teljesítmény elérése.

A két médiumon elért eredmények átlagának különbségét tekintve statisztikailag azonosnak hipotetizálom a médiahatás mértéket (H2a), azonban egyúttal a szakirodalom alapján feltételezem, hogy mind a mintának, mind az itemeknek lehetnek olyan közös jellemzők alapján létrejövő csoportjai, ahol szignifikáns különbségek lehetnek (H2b).

Általános irányú hipotézisek:

- Megbízhatóságra vonatkozóan:
 - H1: Az online matematika tesztek belső konzisztenciája megfelelő ($\text{Cronbach-}\alpha \geq 0,8$).
- Papír és számítógép alapú teszteredmények átlagos különbségeire vonatkozóan:
 - H2a: Az átlagos eltérések szintjén nincsenek szignifikáns különbségek a két médiumon elért eredmények között.
 - H2b: A két médium közötti eltérések a minta és az itemek paramétereinek függvényében meghatározottak.

Az itemekhez tartozó hipotézisek a feladatok különböző paramétereire vonatkoznak. A korábbi eredményeken alapuló feltételezésem szerint a nyílt és zárt végű feladatok eltérően működnek a különböző tesztkörnyezetekben. Zárt végű feladatokon nagyobb a válaszadási hajlandóság (Csapó és mtsai, 2009), bátrabban mernek próbálkozni a diákok (Johnson és Green, 2006), így feltételezem, hogy több válasz fog születni számítógépen, mint papír alapon, ami szignifikánsan eredményesebb végeredményt is jelenthet a számítógép alapú tesztelés javára. A nyílt végű feladatoknál, mivel azok gépelést és ezáltal „speciálisabb” számítógépes jártasságot igényelnek, feltételezem, hogy médiahatás lép fel, és a szövegalkotó feladatokon, számítógépen a diákok szignifikánsan rosszabb teljesítményt érnek el, ahogyan azt Russell (1999), Russell és Haney (1997), Bennett és mtsai (2008) és R. Tóth (2014) tanulmányaiban láthattuk.

A matematikára vonatkozó összehasonlító tanulmányokban alkalmazott feladatok tartalmi jellemzői, vagy például a kontextus leírása nem jellemző, így nem támaszkodhatunk bő szakirodalmi előzményekre. Hülber (2012) alapján ezek a változók nem meghatározóak, azonban az általánosíthatóságot jelentősen csökkenti, hogy sok paraméter vizsgálatára nem nyílt lehetőség, így feltételezem, hogy a feladatok tartalmi jellemzője (H4a) moderátor változó lehet. Azon feladatoknál, amelyek komplexebbek, köztes számítások elvégzését igénylik, magasabb szintű gondolkodási műveletek szükségesek, feltételezhető, hogy a magyar számítógép alapú tesztelésben járatlan diákok nem fognak jegyzet papírt használni, vagy problémát jelent nekik a két médiumom összeegyeztetése (Johnson és Green, 2006; Hülber, 2012), így a számítógépen való eredményesség jelentősen alacsonyabb szintű lehet (H4b).

A feladatokhoz tartozó információk paramétereire vonatkozó szisztematikus vizsgálatot nem ismerünk. A technológiai változókra vonatkozó vizsgálatoknál elemezték a feladathoz tartozó szöveg mennyiségének szerepét abból a szempontból, hogy elfér-e egy képernyőn, vagy görgetést, lapozást igényel. Az eredmények szerint a hosszabb, görgetést, lapozást igénylő feladatoknál médiahatás jelentkezhet (Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003; Leeson, 2006). A szöveghosszúság befolyásoló erejét a görgetés tényezőjétől függetlenül is értelmezhetőnek tartom, feltételezem, hogy a feladatoknál megjelenő szöveges információ mennyisége korrelál a médiahatás nagyságával (H5a). Az információ típusát kevés tanulmány vizsgálta, a grafikus elemek számítógépes használatánál Richardson és mtsai (2002) és Hülber (2012) egybehangzóan nagyobb motivációról, illetve szignifikánsan jobb teljesítményről ad számot, így feltételezem, hogy ez jelen kutatásnál is moderátor változó lesz (H5b). A táblázatok alkalmazásánál a korábbi kutatási eredmények alapján nem számítok médiahatásra (H5c). További kérdés, hogy az információ elrendezési módja befolyásolja-e az eredményeket. Eltérő viselkedést eredményez-e, ha számítógépen vagy papíron kell lineáris elrendezésű, vagy több szemmozgást igénylő szövegdobozokra tagolódó információkat feldolgozni. Ilyen típusú vizsgálatról nem tudunk, így feltételezzük, nem befolyásolja az eredményeket az információk elrendezési módja (H5d).

A számítógépes tapasztalat, jártasság médiahatásra vonatkozó szerepét Russell (1999), Bennett és mtsai (2008) nyomán a gépeléshez kapcsoljuk, és ennek megfelelően csak ebből a szempontból vizsgáljuk. Hipotézisemben a kérdés által igényelt helyes válasz hossza befolyásolja a számítógépen való eredményességet, azaz minél több karaktert kell begépelnie egy tanulónak, annál nagyobb a médiahatás (H6a). További tényezőként feltételezem, hogy a billentyűkombinációt igénylő karakterek bevitele ezt tovább nehezíti, növeli (H6b).

Az itemek tulajdonságaira vonatkozó hipotézisek:

- A feladatok típusával kapcsolatban:
 - o H3a: Zárt végű itemtípusoknál a diákok számítógépen teljesítenek jobban.
 - o H3b: Nyílt végű szövegalkotó feladatoknál a papír alapú módszer bizonyul könnyebbnek a tanulók számára.
- A feladatok belső tartalmi jellemzőivel és a megoldáshoz szükséges tudáselemekkel kapcsolatban:
 - o H4a: A különbségek mértékét befolyásolhatja a feladatok tartalmi dimenziója.
 - o H4b: A magasabb szintű gondolkodási műveleteket igénylő feladatok papír alapon jobban teljesítenek.
- A feladatokhoz tartozó információkkal kapcsolatban:
 - o H5a: A feladatoknál megjelenő szöveges információ mennyisége (karakterszám) együtt jár a médiahatás nagyságával.
 - o H5b: A grafikus elemeket használó itemek számítógép alapon eredményesebbek.
 - o H5c: Táblázatok alkalmazása nem befolyásolja a médiahatást.
 - o H5d: Az információk elrendezési módja nincs hatással a két tesztkörnyezet közötti különbségekre.
- A feladat által igényelt válaszok jellemzőivel kapcsolatban:
 - o H6a: A feladat által igényelt válasz hossza korrelál a számítógépen való eredményességgel.
 - o H6b: A billentyűkombinációt igénylő feladatoknál médiahatás tapasztalható.

A minta tulajdonságaira vonatkozó hipotéziseknél a választott életkori spektrumnak köszönhetően a születési évnél fontos szerepet feltételezek a médiumok közötti különbségben. Az életkor szerepével kapcsolatosan a középiskolásokat (*Wang és mtsai 2007, 2008; Kingston, 2009*) vagy idősebbeket (*Sinar, Reynolds és Pagnet, 2003*) vizsgáló kutatások nem tulajdonítanak nagy szerepet az életkornak, de a felső tagozatos (*Zhang és Lau, 2006*) és még inkább az alsós (*Choi és Tinkler, 2002*), elemi iskolások (*Sim és Horton, 2005*) tekintetében megállapítható, hogy jellemzőbbek a szignifikáns különbségek, óvodás korban pedig kevés ettől eltérő példát találunk. Ezek alapján feltételezem, hogy az életkor előrehaladtával a különbségek csökkennek, hatodik osztályra pedig minimalizálódnak, és ekvivalensnek tekinthetők a papír alapú tesztmédiám eredményeivel (H7a). Hipotetizálom, hogy az egyes évfolyamok között szignifikáns eltérések vannak a különbségek nagyságában (H7b). Az életkor és számítógépes jártasság szerepét együtt értelmezem, hipotézisem szerint a korral nő a diákok számítógépes tapasztalata, amelynek következtében nem jelent problémát számukra az eszközhasználat. Az életkor szerepe abból a szempontból is kiemelt, hogy a vizsgálat segít választ adni, hogy hány éves kortól alkalmazhatóak a számítógép alapú tesztelési formák megbízhatóan, használhatók-e már az iskolába lépés kezdetén, vagy esetleg csak idősebb korban.

A nem tekintetében ellentétesek mind a hazai, mind a nemzetközi eredmények, egyes tanulmányok alapján a lányok teljesítenek szignifikánsan jobban számítógépen (*Kinyó, 2014*), míg mások szerint a fiúk (*Molnár, 2010; Halldórsson, McKelvie és Björnsson, 2009*), illetve fordítva, a lányok érnek el magasabb pontszámokat papíron (*Csapó és mtsai, 2009; Gallagher Bridgeman és Cahalan, 2002*), avagy a nemnek nem tulajdonítanak szerepet (*Hódi és R. Tóth, 2009; Kingston, 2009; Hülber, 2012*). Ezek alapján a nemnek iránytól függetlenül feltételezek médiahatást befolyásoló szerepet (H8).

A diákok lakhelyének típusát, egy országon belüli földrajzi elhelyezkedésének befolyásoló erejét kevés összehasonlító vizsgálat kutatta. Papír alapú eredményekből általánosan elfogadott következtetés, hogy ha meg is jelennek pontszámbeli különbségek a földrajzi paraméterek mentén, akkor azok valójában más jellemzőknek, elsősorban a szülők iskolai végzettségének, a szocioökonómiai státusz hatásának tudhatók be. *Sandene és mtsai (2005)* azt találták, hogy a nagyvárosból származó diákok papír alapon jelentősen magasabb teljesítményt értek el, mint számítógépen, a településtípusok esetén nem mutatkozott különbség. Ugyanakkor nem vizsgálták meg ezen változók kapcsolatát a szocioökonómiai státuszhoz tartozó változókkal, így nem egyértelmű a kapcsolat. Mindezek következtében felételezem, hogy a tanulók régió szerinti eltérések mintázata azonos lesz az egyes tesztmédiákon (H9).

A szocioökonómiai státusszal kapcsolatban a tanulmányok többsége nem mutat ki hatást, de *Poggio és mtsai (2005), Pomplun, Ritchie és Custer (2006), MacCann (2006)* azt találták, hogy az alacsonyabb SES státusszal rendelkezők rosszabbul teljesítettek számítógép alapon, míg a jobb körülmények között élőknel nem volt kimutatható különbség. Ennek egy szűkebb részterületét, a szülők iskolai végzettségét vizsgálva *Bennett és mtsai (2008)* megállapítják, hogy a magasabb iskolai végzettséggel rendelkező szülők gyerekei szignifikánsan eredményesebbek papír alapon. Jelen kutatásban a szülők iskolai végzettségének szerepének vizsgálatára nyílik lehetőség, amelyet az eredmények alapján befolyásoló tényezőnek feltételezek (H10a-b).

A tanulmányi előmenetel, a vizsgálati területhez tartozó tantárgy eredményességének különbségekre való hatását szintén kevés kutatás vizsgálta. Matematika területén *Poggio és mtsai (2005)* nem találtak eltérő mintázatot papír és számítógép alapon a diákok tanulmányi eredményességének szempontjából. Ennek alapján nem hipotetizálok, hogy a matematika tantárgy esetén elért tanulói eredmények (H11a), illetve tanulmányi eredményesség (félévi átlag) hatással van a tesztkörnyezetek közötti különbségre (H11b).

Ugyan a számítógép alapú teszteléshez szükséges technológiai tapasztalat mértékét az életkor által meghatározottnak, tehát feltételezem, hogy azok a diákok, akik számítástechnikát, informatikát tanulnak iskolai környezetben, eredményesebbek társaiknál az elektronikus tesztmédiákon (H12).

Mintára vonatkozó hipotézisek:

- Az életkor szerepével kapcsolatban:
 - H7a: Az életkor előrehaladtával a papír és számítógép alapú teszteken elért eredmények közötti különbségek csökkennek.
 - H7b: Az egyes évfolyamok között szignifikáns eltérések vannak a különbségek nagyságában.
- A diákok nemével kapcsolatban:
 - H8: A diákok neme befolyásolja a két médiumon elért teljesítmények közti különbségek nagyságát.
- Diákok lakhelyének földrajzi paramétereivel kapcsolatban:
 - H9: A tanulók lakhelyének elhelyezkedése (régió) nem módosítja az eredményességet az egyes médiumok tekintetében
- A tanulók szüleinek iskolai végzettségével kapcsolatban:
 - H10a: Az anya iskolai végzettsége médiahatást befolyásoló háttérváltozó.
 - H10b: Az apa iskolai végzettsége médiahatást befolyásoló háttérváltozó.
- A tanulók tanulmányi előmenetelével kapcsolatban:
 - H11a: A tanulók matematika eredményei (félévi jegy) nem befolyásolják az egyes tesztkörnyezetben elért eredmények közti különbséget.
 - H11b: A tanulók tanulmányi eredményeinek (félévi jegyek) átlaga nem befolyásolja az egyes tesztkörnyezetben elért eredmények közti különbséget.
- A tanulók informatikai képzésével kapcsolatban:
 - H12: Azok a tanulók, akiknek lehetősége van informatika (számítástechnika) órára, szakkörre járni, eredményesebbek társaiknál az online matematika teszten.

3.2. Az empirikus vizsgálat kutatási stratégiája

A disszertáció alapját jelentő empirikus vizsgálat induktív kutatási stratégiát alkalmaz, az empirikus eredményekből kiindulva kíván megállapításokat tenni az online matematika-tesztelésre vonatkozóan. Azon belül az összefüggés-feltáró altípusba tartozik, mivel a papír és számítógép alapú teszteredmények összehasonlítására vállalkozik az itemparaméterekhez és a mintajellemzőkhöz tartozó változók kontrollálásával, megfigyelésével. Feltáró módszerként tudásmérést alkalmaz két különböző tesztmédiumon, és ezek eredményeit veti össze a feldolgozó módszerekhez tartozó statisztikai elemzésekkel.

A kutatás alapvető szerkezete (*study design*) a 2.3. fejezetben részletesen bemutatott elrendezési módok közül a független minták típusán belül azon alkategóriába tartozik, amikor egy korábbi papír alapú mérésnek a tesztjei, illetve eredményei kerülnek felhasználásra a számítógépen felvett adatok összehasonlító vizsgálataihoz. A korábbi papír alapú mérés a szegedi műhely által vezetett diagnosztikus mérések sorozatán belül került felvételre 2010 tavaszán. A papír alapú tesztelés az elektronikus méréstől teljes mértékben függetlenül zajlott, a tesztek megalkotásakor nem volt cél azok más tesztkörnyezetben való alkalmazása, majdani összehasonlító vizsgálatok előkészítése. Az online matematika mérés a papír alapú itemek felhasználásával, saját összeállítású tesztekkel, általam koordinált és részvételemmel zajlott mérőeszköz kialakítással, mintaszervezéssel és feladatjavítással valósult meg 2012-ben, szintén tavasszal.

3.2.1. A mérésben résztvevők és az adatfelvétel

Papír alapon a diagnosztikus mérések célja az egész populációra való általánosíthatóság, így régió, településtípus és nem szerint is reprezentatív minta állt rendelkezésre. Elsőtől hatodik osztályig, minden évfolyamon legalább 5700 fő, összesen 40571 tanuló oldotta meg (7. táblázat) a 45 percre optimalizált tradicionális teszteket. Az iskolák korábban már önkéntesen vállalták a partneri viszonyt a szegedi műhellyel, és azt, hogy lehetőségeikhez mérten részt vesznek az egyes diagnosztikus méréseken. A diákok a tesztek mellett a *Csapó Benő* által kidolgozott attitűd-kérdőívet (2. melléklet) töltötték ki, ennek számítógépen egy rövidebb változatát használtam, amely csak a jelen kutatás számára releváns kérdéseket tartalmazta (6. melléklet). A kérdőív rákérdezett a tanulók nemére, tanulmányi átlagára, az utolsó félév matematika eredményére, matematika attitűdjére, szülők legmagasabb iskolai végzettségére, és arra, hogy tanul-e a diák informatikát, számítástechnikát az iskolában. Ezek az adatok szolgálták a minta háttéradatainak függvényében történő médiahatás-vizsgálatot (H8-12). A papír alapú mérésre vonatkozó létszámadatokat a 7. táblázat mutatja be. A minta további adatainak részletezése nem indokolt, a mintaillesztési eljárás alkalmazása, azaz az adatok jelentős részének mellőzése miatt.

7. táblázat. A kutatás évfolyamonkénti mintaelemszámai

Évfolyam	Számítógép alapú adatfelvétel	Papír-ceruza alapú adatfelvétel
1	3048	7924
2	3459	7017
3	3702	6366
4	4179	6749
5	4502	6809
6	3825	5706
Összesen:	22715	40571

A számítógép alapú minta szervezését 2012. áprilisában kezdtük meg az SZTE OK (Szegei Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoport) partnerkapcsolati hálózatának felhasználásával. Az iskolák kapcsolattartóihoz eljuttatott felkérő levelekben (3. melléklet) felhívtuk a figyelmüket, hogy a jövőben mind a hazai, mind a nemzetközi mérések (pl.: PISA) számítógép alapúak lesznek, így számukra egy jó alkalom mutatkozik, hogy kipróbálják, megtapasztalják saját infrastruktúrájukat (számítógép, internethálózat) felhasználva a technológiai alapú méréseket. Továbbá hozzájárulhatnak egy olyan kutatás véghezviteléhez, amely azt a célt szolgálja, hogy a mérések mindenki számára egyenlő és méltányos körülményeket biztosítsanak. A mérésben résztvevőknek anyagi juttatások biztosítására nem volt lehetőség, így önkéntesen történt az iskolák szíves vállalása. A pozitív visszajelzések után a jelentkező kapcsolattartókat megkértük, hogy regisztrálják iskolájukat az eDia weboldalon. A regisztráció után a kapcsolattartók feladata volt, hogy rögzítsék a résztvevő osztályokat az eDia rendszerben, amelyhez a Köznevelés Információs Rendszerből (KIR) származó Excel táblázatok feltöltésével adhatták meg az osztályokban lévő tanulók mérési azonosítóit. Ezek a mérési azonosítók biztosították a diákok egyedi azonosítását a rendszerben, mérésben.

Második levelünkben (4. melléklet) felhívtuk a résztvevők figyelmét a méréssel kapcsolatos főbb információkra, tudnivalókra. A következő jelentősebb pontokról tájékoztattuk mérési partnereinket:

- Az online tesztek időpontját az iskolák szabadon határozhatják meg 2012. 05. 02. és 2012. 06. 01. között.
- A tesztek időtartama 45 perc.
- A tanulók különböző tesztváltozatokat oldanak meg anonim módon.
- A tanulók írhatják csoportbontásban a teszteket. (A géptermekek befogadóképessége miatt.)

Megadtuk az infrastruktúrára vonatkozó minimális konfigurációs elvárásokat szoftver, illetve hardver paraméterekre vonatkozóan:

- Intel Pentium 4 vagy jobb processzorral, legalább 128 MB RAM-mal rendelkező számítógépek,
- legalább Windows XP Service Pack 2+ operációs rendszer,
- minimum 800*600-es képernyőfelbontású monitorok és grafikusártyák,
- internetkapcsolat,
- Mozilla Firefox vagy Google Chrome legfrissebb verziója.

Ezek az elvárások 2012-ben alacsony szintűnek tekinthetők, országosan az iskolák nagy része feltételezhetően rendelkezett a deklarált hardver, szoftver konfigurációs szinttel (*Tóth, Molnár és Csapó, 2011*).

Továbbá felhívtuk a figyelmet, hogy a tanulóktól a mérés megkezdése előtt különböző adatokat gyűjtünk be (pl.: szülők iskolai végzettsége). Kértük, segítsék elő, hogy a diákok tudjanak majd ezekre a kérdésekre válaszolni.

A táblázatok feltöltését egy ellenőrzési folyamat követte, melyben korrigálásra kértük a nem megfelelően elkészített adattáblák. Ezután a tesztadminisztrátor beállította, hogy az eDia rendszer milyen időszakban legyen hozzáférhető; a platform véletlen generátorral rendeljen a megoldóhoz egy tesztváltozatot, és egy mérési azonosítóval csak egyszer lehessen a tesztelésben részt venni.

Harmadik levelünk (5. melléklet) az online matematika-mérés rövid útmutatóját tartalmazta. A következőket kértük, illetve az alábbiakra hívtuk fel a figyelmet:

- Ne cseréljék fel a diákok között a mérési azonosítókat: minden diák a saját azonosítóját kell, hogy használja.
- Javasoltuk, hogy a diákoknak a mérési azonosítóikat nyomtassák ki, a papírlapokon csak az azonosító és a születési dátum szerepeljen, így a diákok tudják azonosítani, hogy a megfelelő kód birtokában vannak-e.
- Megkértük, hogy ellenőriztessék a rendszergazdákkal, hogy a számítógépek megfelelően működnek-e, és teljesítik-e a megadott minimális konfigurációs szintet.
- Jeleztük, érdemes a konkrét mérés megkezdése előtt bekapcsolni a számítógépeket, a megfelelő böngészőt elindítani, és a szükséges linket begépelni.
- A tanulók mérési azonosítójuk megadása után a tudásmérő teszt előtt egy online attitűd kérdőívet töltenek ki.
- Felhívtuk a figyelmet, hogy a tanulók ne töltsenek el 5 percnél több időt a kérdőívvel.
- A teszt közben biztosítsanak jegyzetpapírt a diákok számára.
- Ne segítsék a tanulóknak az informatikai eszközök használatát, derüljön ki, hogy mire képesek önállóan.

Megkértük, hogy hívják fel a diákok figyelmét tesztelés előtt a következőkre:

- Többféle tesztváltozatot oldanak meg.
- Egy feladat megtekintése után később visszatérhetnek rá, módosíthatják az eredményeket.
- Használhatnak és használják bátran a kapott jegyzetpapírokat.
- Ne gépeljenek be felesleges karaktereket.
- Ha eldöntendő a kérdés, akkor csak az „igen”-t vagy csak a „nem”-et írják be.
- Igyekezzenek pontosan gépelni.
- A tesztek végén csak a zártvégű feladatok eredményeiről kapnak azonnali tájékoztatást.

Megadtuk az egyes évfolyamokhoz tartozó linkeket, amelyek begépelésével az online tesztfelület elérhetővé vált. A tanulók az oldalra való jutás után a mérési azonosítójukat begépelve indíthatták el a tesztet. A tesztprogram által használt random függvény rendelte a tanulókhöz véletlenszerűen az egyik tesztváltozatot a tíz közül. A tesztben a feladatok között a navigációs gombok („Előző”, „Következő”) segítségével tudtak mozogni. Az utolsó feladatot követő oldalon arra kérdeztünk rá, hogy befejezi-e a tesztelést, véglegesíti a megoldásait, vagy visszatér még javítani azokon. A teszt végeztével a tanulók százalékos formában kaptak visszajelzést az elért teljesítményükre vonatkozóan.

A matematika teszt előtt a papír alapon használt attitűd kérdőívnek egy átalakított, rövidített változatát töltötték ki a diákok online (6. melléklet). A papír alapú tapasztalatokból feltételeztük, hogy a tanulóknak 45 perc bőven elegendő lesz a megoldásra, így nem jelent időbeni problémát a rövid attitűd kérdőív kérdéseinek megválaszolása. Nem kaptunk ezzel kapcsolatosan ellentétes irányú visszajelzést. A kért adatoknak egy részét a kapcsolattartók az Excel fájlok feltöltésekor már megadhatták, ezekben az esetekben az ebből a forrásból származó adatokat tartottuk megbízhatóbbnak és használtuk a továbbiakban.

A megcélzott mintával nem volt célunk a reprezentativitás elérése, nagy mintaelemszámra törekedtünk, hogy minél több információval rendelkezünk az online tesztelésről, minél több diákot összehasonlíthassunk, sok iskola kipróbálhassa magát az új tesztkörnyezetben. Összesen 311 iskola vett részt a mérésben 22715 tanulóval (8. táblázat). (A teljes populációra vonatkozó adatok a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) Tájékoztatási adatbázisaiból kerültek felhasználásra.) Az iskolák megválaszthatták, hogy melyik évfolyamon, évfolyamokon, hány osztállyal vesznek részt az adatgyűjtésben.

8. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció régió szerinti eloszlása

Régió	N _{CB} ,(%)	Teljes populáció, 1-6. évfolyam (N, %)
Közép-Magyarország	3809 (17%)	160 230 (28%)
Észak-Alföld	4389 (19%)	100 042 (17%)
Észak-Magyarország	2225 (10%)	78 268 (14%)
Dél-Alföld	6588 (29%)	74 617 (13%)
Közép-Dunántúl	2576 (11%)	61 622 (11%)
Nyugat-Dunántúl	2083 (9%)	53 247 (9%)
Dél-Dunántúl	1045 (5%)	53 535 (9%)

A régió szerint a teljes populációt és a mintát jellemző eloszlás szignifikánsan nem különbözött ($\chi^2=35$, $p=0,22$).

9. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció (KSH, 2011) településtípus szerinti eloszlása

Településtípus	N _{CB} ,(%)	Teljes populáció, 1-8. évfolyam (N, %)
Város	5067 (22%)	267 852 (36%)
Község	8028 (35%)	217 170 (29%)
Megyei jogú város	7674 (34%)	153 508 (21%)
Főváros	1946 (9%)	109 071 (15%)

Településtípus szerint (9. táblázat) a teljes populációt és a mintát jellemző eloszlás szignifikánsan nem különbözött ($\chi^2=12$, $p=0,21$). (A KSH adatbázisából nem kinyerhető az évfolyamonkénti létszám – csak az alsó-felső tagozat – de feltételezhető, hogy 7-8. évfolyam hozzáadása nem módosítja jelentősen az eloszlásokat a településtípus esetében.) A fiúk-lányok aránya számítógépen 50,9%-49,1%, ami gyakorlatilag megfelel az országos 0-14 évesekre vonatkozó eloszlási adatoknak 51,0%-49,0%. A mintában szereplő diákok szüleinek, és a házastársak (teljes populáció) iskolai végzettségének eloszlását az 10. táblázat mutatja. Körülbelül 10%-os eltérések találhatók az egyes eloszlások között, de az összehasonlítás érvényességét csökkenti, hogy házastársakra vonatkozóan nyerhetők ki adatok a KSH adatbázisából, nem pedig a szülőkre vonatkozóan (avagy utóbbira csak háromfokú skálán értelmezett legmagasabb iskolai végzettség adatok állnak rendelkezésre).

10. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció (KSH, 2011) iskolai végzettség szerinti eloszlása

Legmagasabb iskolai végzettség	N _{CB} , SZÜLŐK (%)	N _{TELJES POPULÁCIÓ} , FÉRJ ÉS FELESÉG (%)
Általános iskola 8. évfolyamnál alacsonyabb	770 (2%)	34307 (1%)
Általános iskola 8. évfolyam	4958 (14%)	826651 (23%)
Középfokú iskola érettségi nélkül	9889 (27%)	811038 (23%)
Érettségi	8281 (23%)	1 120 005 (32%)
Főiskolai, egyetemi oklevél	12484 (34%)	751 932 (21%)

A mérések lebonyolítása után megkértük a kapcsolattartókat, hogy a mérésben résztvevő felügyelő tanároknak, rendszergazdáknak közvetítsenek egy nyíltvégű kérdéseket tartalmazó kérdőívet, hogy további információkhoz juthassunk a tesztelés lebonyolításával kapcsolatosan. 53 főtől kaptunk visszajelzést.

3.2.2. Méréseszközök

Papír alapon évfolyamonként átlagosan 30 tesztváltozat került felhasználásra. Minden tesztváltozat három klaszterből (résztesztből) épült fel. Egy klaszter 3-4 darab 4-5 itemes matematikafeladatot, azaz összesen körülbelül 15 itemet tartalmazott. Magas számú tesztváltozat használatának elsődleges előnye, hogy több feladat révén jobban megismerhető a tanulók matematikai tudása, másodlagos profit, hogy eltérő tesztváltozatok adhatók az egymás mellett ülő tanulóknak, növekszik a mérés objektivitása. A feladatok az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport Diagnosztikus mérések fejlesztése elnevezésű projekt első fázisának "A diagnosztikus mérések feladatrendszerének kidolgozása, feladatbankok kiépítése" című, *Vidákovich Tibor* által vezetett munkacsomagjában kidolgozott és bemért feladatokból, tesztek közül kerültek kiválogatásra (10. melléklet). A felhasznált klaszterek három tesztváltozatban szerepeltek, a tesztek elején, közepén és végén. Ezzel az összekapcsolási technikával egyrészt elérhető, hogy minden tesztváltozat kapcsolódjon egymáshoz –minden klaszter egyben horgonyklaszter is – másrészt kiküszöbölhető a feladatok tesztben elfoglalt helyének torzító hatása (lásd részletesebben az eljárásoknál).

Számítógép alapon a papíron bemért itemek kerültek felhasználásra. A feladatok kiválasztásánál, az azokból álló tesztek megszerkesztéséhez olyan szempontrendszert határoztam meg, amely az összehasonlítás teljességét, az eredmények általánosíthatóságát, a médiahatás természetének mélyebb megértését hivatott szolgálni. Kiindulást jelentettek *Hülber* (2012) tanulmányban szereplő összehasonlító vizsgálatnak az eredményei, konklúziói. Elsődleges szempont volt, hogy azok az itemek kerüljenek felhasználásra számítógépen, amelyek azonosan vagy minimális eltérésekkel reprezentálhatók a két tesztkörnyezetben. A betűtípustól kezdve (*Arial*), az egyes karakterformázásokon; a szövegelemek, képi elemek elrendezésén át a legnagyobb hasonlóság elérése volt a cél. A feladatok szövegén több esetben változtatni kellett, mert olyan műveleteket tartalmaztak, amelyek kizárólag a papír-ceruza használathoz kötődnek, például „Karikázd be”, „Húzd át”. Ezekben az esetekben igyekeztem minimális változtatásokat eszközölni, jelentősen nem módosítva a feladathoz tartozó információ mennyiségén. Az 28. és 29. ábra ugyanannak a feladatnak a két tesztkörnyezetben megvalósult reprezentációját mutatja be. Jól látható, hogy a szövegelemek elrendezése: sorok vége, sorok (bekezdések) távolsága megegyezik, a műveletek félkövér formázással ellátottak; a használt ábrák ugyanabban az elrendezésben, ugyanakkora méretarányban jelennek meg ugyanazon betűtípussal és betűméretben. A feladat jó, illetve rossz megoldásának a jelölésénél kellett a legnagyobb változtatást eszközölni, ezeket Igaz\Hamis gombok használatával küszöböltük ki. Ez a példa az elvégzett módosítások nagyságrendjét tekintve a nagyobbak közé sorolható.

Karikázd be annak a műveletsornak a betűjelét, amelynek a lépéseit mutatja az ábra! Pl.: **a)**
Húzd át annak a betűjelét, amelyik nem az ábrázolt lépésekhez kapcsolódik! Pl.: **-a)**

A besatírozott részek a részeredményeket és a végeredményt jelölik.

a) $30 + 20 \cdot 3 - 10 : 2$

$\text{■} = 5$

b) $(30 + 20) \cdot 3 - 10 : 2$

1. lépés

c) $(30 + 20 \cdot 3 - 10) : 2$



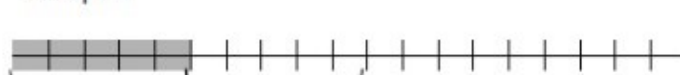
d) $30 + (20 \cdot 3 - 10) : 2$

2. lépés

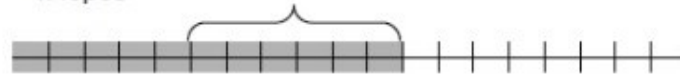


e) $[(30 + 20) \cdot 3 - 10] : 2$

3. lépés



4. lépés



28. ábra

Egy feladat papír alapú reprezentációja

Jelöld Igaznak annak a műveletsornak a betűjelét, amelynek a lépéseit mutatja az ábra!
 Jelöld Hamisnak annak a betűjelét, amelyik nem az ábrázolt lépésekhez kapcsolódik!

A besatírozott részek a részeredményeket és a végeredményt jelölik.

☐ Igaz ☐ Hamis a) $30 + 20 \cdot 3 - 10 : 2$

$\text{■} = 5$

☐ Igaz ☐ Hamis b) $(30 + 20) \cdot 3 - 10 : 2$

1. lépés

☐ Igaz ☐ Hamis c) $(30 + 20 \cdot 3 - 10) : 2$



☐ Igaz ☐ Hamis d) $30 + (20 \cdot 3 - 10) : 2$

2. lépés

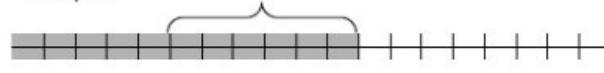
☐ Igaz ☐ Hamis e) $[(30 + 20) \cdot 3 - 10] : 2$



3. lépés



4. lépés



29. ábra

Ugyanazon feladat számítógép alapú reprezentációja

Az olyan esetekben, amikor kézenfekvő megoldás lett volna egy feladat nyíltvégűből zártvégűvé alakítása – mert adottak voltak a válaszlehetőségek (Igaz\Hamis) – sem tértünk el a reprezentáció szigorú követésétől, és meghagytuk szövegalkotónak (lásd 30. ábra). A feladatokat az eDia rendszerben az Oktatásméleti Kutatócsoport informatikai asszisztense rögzítette. A feladatok azonos reprezentációjának ellenőrzését többszörös ellenőrzéssel végeztük.

Írj „I” betűt az igaz, „H” betűt a hamis állítás után! Használd a második feladat számegegyesét!

a) Az 5 kisebbik egyes számszomszédja a 3

b) A 4 nagyobbik egyes számszomszédja az 5

c) A 10 kisebbik egyes számszomszédja a 11

d) A 0-nak nincs egyes számszomszédja

e) A 11 kisebbik egyes számszomszédja a 10

f) A 3 egyes számszomszédjai a 2 és a 4

[Előző](#) [Következő](#)

30. ábra

Papír alapú feladat reprezentációját szigorúan követő számítógép alapú megjelenítés

A tesztek szerkesztésekor, itemek kiválogatásánál fontos szempontot jelentett, hogy az itemek minden lehetséges altípusát megvizsgálhassuk minden évfolyamon. Annak köszönhetően, hogy kiegyenlített számban voltak nyílt és zártvégű feladatok, a hozzájuk tartozó tipikus megoldási stratégiák, kognitív műveletek eltérő tesztkörnyezetben való működésének megfigyelésére is lehetőség nyílt. A legnagyobb korlátot a rajzolást igénylő nyíltvégű feladattípusok (kiegészítés: képet-rajzzal, teljes válasz: rajz, rajz és szöveg) és az ábrán szöveget, rajz elhelyezését kérő feladattípusok (kiegészítés: képet szöveggel, szöveget rajzzal) kiesése jelentette. Ezeknél a feladatoknál a rendelkezésre álló technikai megoldások nem tették lehetővé, hogy az eredeti papír alapú feladatmegoldáshoz hasonlóan lehessen megvalósítani számítógépen, így el kellett tekinteni ezeknek a vizsgálatától. Összességében 184 feladat, 879 item viselkedését vizsgáltuk meg, a 11. táblázatban látható altípusonkénti eloszlással (H3). A nyílt és zárt végű feladatok körülbelül fele-fele arányban szerepeltek a tesztekben, amely az online matematika tesztelés esetében a nyílt végű feladatok gyakoriságát tekintve kiemelkedően magasnak mondható.

További tesztszerkesztési elvet jelentett, hogy magasabb számban szerepeljenek olyan feladatok, amelyek különböző céllal (illusztrációs, feladatmegoldáshoz szükséges) alkalmaznak valamilyen grafikus elemet (képet, ábrát). Richardson és mtsai (2002), valamint

Hülber (2012) alapján feltételezhető volt, hogy figyelmet érdemelnek ezen paraméterrel bíró feladatok, ezért a 879 item közül 447 (51%) ábrát vagy képet tartalmazott (H5b).

11. táblázat. A tesztváltozatok feladattípusonkénti elemszáma (Hülber és Molnár, 2013)

<i>Zárt végű itemek</i>		<i>Nyílt végű itemek</i>	
<i>Altípusok</i>	<i>N</i>	<i>Altípusok</i>	<i>N</i>
Választás	314	Kiegészítés	167
Hozzárendelés	62	Teljes válasz	288
Rendezés	48	Összesen	455
Összesen	424		

A mérések lezárulta után megkerestük a kapcsolattartókat, mérési koordinátorokat, rendszergazdákat és a mérésben résztvevő felügyelő tanárokat, hogy osszák meg velünk tapasztalataikat szövegalkotó formában a következő kérdésekben:

- a mérést megelőző feladatok, előkészítés nehézségének szintje,
- a számítógépen futtatott teszt működésének milyensége,
- a tanulók számítógépes jártasságának befolyásoló ereje,
- a tanulók hozzáállása, motivációja,
- egyéb fontosnak vélt megjegyzések.

3.2.3. Eljárások

Mintaillesztés

A kutatás során független mintaelrendezést alkalmaztuk, 2010-ben papír alapú tesztet megoldók és a 2012-ben online tesztelésben résztvevők jelentették a teljes mintát. Miután a két adatfelvétel mintáját nem lehetett azonosnak tekinteni, így a független minta elrendezésnél szokásos mintaillesztést végeztem az eredmények megbízhatóságának növelése érdekében. Az eljárás célja, hogy a két minta ekvivalensnek tekinthető legyen, azaz a minta teljesítménybefolyásoló változóinak szempontjából ugyanolyan paraméterekkel rendelkezzen. Így azonosnak tekinthető minta esetén a médiahatás a minta jellemzőinek teljes kontrollálásával megismerhető. A teljesítménybefolyásoló változók körének meghatározása során az évfolyamot, a tanulók nemét, a társadalomtudományi kutatások eljárásait követve rögzítettem elsődlegesen. A tanulók iskolájuk földrajzi paramétereit, szüleik legmagasabb iskolai végzettségét a PISA vizsgálatok alapján (OECD, 2004) mint a teljesítményt leginkább meghatározó szociokulturális jellemzőket vettem figyelembe a mintaillesztésénél. Ezen változók mellé a tanulmányi átlagot társítottam. Az illesztés algoritmusát során meg kell határozni a figyelembe vett változók prioritási sorrendjét, azaz melyik szempont szerinti párosítás fontosabb, elsődlegesebb.

A mintaillesztésnél megállapított prioritási sorrend a következő rendet követte:

1. évfolyam,
2. nem,
3. régió,
4. településtípus,
5. anya iskolai végzettsége,
6. apa iskolai végzettsége,
7. tanulmányi átlag (egészre kerekítve).

Az első és második évfolyam esetében az utolsó szempont nem értelmezhető, ezért ennél a két évfolyamnál hat szempontot vettem figyelembe. A mintaillesztési eljárás összetett algoritmus, melyet Excel program segítségével végeztem el. Először a minden paraméterében egyező párokat határoztam meg, utána a prioritási sorrend alapján a legtöbb szempont szerint azonos tanulókat válogattam össze. A mintaillesztést segítette, hogy papír alapon nagy minta, a számítógépen dolgozók közel kétszerese állt rendelkezésre. A mintaillesztés akkor tökéletes, ha minden tanulót, minden szempont szerint lehet illeszteni ($N_{\text{misz}} * N_{\text{tan}}$). A következő, mintaillesztés hatásfokát leíró képlet ehhez a maximumhoz képest viszonyítja, hogy hány tanulót, hány szempont alapján lehetett illeszteni, és azt százalékértékben fejezi ki.

$$M = \frac{(N_{\text{misz}} * N_{\text{tan}_{N_{\text{misz}}}}) + ((N_{\text{misz}} - 1) * N_{\text{tan}_{N_{\text{misz}}-1}}) + \dots + ((N_{\text{misz}} - N_{\text{misz}} + 1) * N_{\text{tan}_{N_{\text{misz}}-N_{\text{misz}}+1}})}{N_{\text{misz}} * N_{\text{tan}}} * 100$$

M : mintaillesztés sikeressége százalékértékben,

N_{misz} : mintaillesztési szempontok száma,

$N_{\text{tan}_{N_{\text{misz}}}}$: N mintaillesztési szempont szerint sikeresen illesztett tanulók száma.

Egy példával megvilágítva összesen 10 tanulót 3 szempont szerint szeretnék illeszteni, 4 tanulót 3 szempont szerint, 2 tanulót 2 szempont szerint és 6 tanulót 1 szempont szerint sikerült párosítani, akkor a fenti képletbe helyettesítve a következőt kapjuk:

$$M = \frac{3 * 4 + 2 * 2 + 1 * 6}{3 * 10} * 100 = \frac{12 + 4 + 6}{30} * 100 = 73\%$$

Azaz 73%-ban volt sikeres a mintaillesztési eljárás a fenti paraméterekkel.

A képlet felhasználásával a 12. táblázatban leírt évfolyamonkénti hatásfokkal sikerült minden egyes számítógépen dolgozó tanulóhoz a mintaillesztéseket elvégezni, minden évfolyamon legalább 75%-os hatásfokkal.

12. táblázat. A mintaillesztés hatásfokának mértéke évfolyamonkénti bontásban

Évfolyam	Figyelembe vett paraméterek száma	Mintaillesztési mutató (%)
1	6	91
2	6	88
3	7	77
4	7	79
5	7	82
6	7	76

Horgonyzási eljárás

Mind papír, mind számítógépen eltérő tesztváltozatok kerültek kidolgozásra. A különböző tesztváltozatokon mutatott teljesítmények összehasonlítása akkor lehetséges, ha az egyes tesztváltozatokat összekapcsoljuk közös feladatok révén, és valószínűségi tesztelméleti modelleket alkalmazunk. Ezen közös feladatokat a valószínűségi tesztelméletek horgonyfeladatoknak (*anchor items*) nevezi, amit jelen esetben nevezhetünk horgonyklaszternek is, mivel az összekapcsolást biztosító feladatok mennyisége és szerkezete egy klaszternek felel meg. Minden klaszter egyben horgonyklaszter is volt, mindegyikük három tesztváltozatban szerepelt az adott tesztváltozat elején, közepén és végén. Mivel minden tesztváltozat három klaszterből épült fel és szisztematikus kialakítást követett (31. ábra) ezért, ha áttételesen is, de mindegyik tesztváltozat mindegyikkel horgonyozhatóvá, összekapcsolhatóvá vált (Hülber és Molnár, 2013, lásd részletesebben Molnár, 2013). Ez az eljárási technika került alkalmazásra a papír és számítógép alapú teszteknel is, azzal a különbséggel, hogy papíron 30, számítógépen 10 tesztváltozat lett egymáshoz horgonyozva, és papír alapon az egyes évfolyamok is összekapcsolásra kerültek.

Tesztváltozat	1. klaszter	2. klaszter	3. klaszter
1 évf./1	M1C3	M1C7	M1A6
1 évf./2	M1B6	M1C3	M1C7
1 évf./3	M1D3	M1B6	M1C3
1 évf./4	M1C1	M1D3	M1B6
1 évf./5	M1B4	M1C1	M1D3
1 évf./6	M1B5	M1B4	M1C1
1 évf./7	M1C2	M1B5	M1B4
1 évf./8	M1A4	M1C2	M1B5
1 évf./9	M1A6	M1A4	M1C2
1 évf./10	M1C7	M1A6	M1A4

31. ábra

Az egyes tesztváltozatok összekapcsolási módja számítógép alapon

Különböző tanulók kétféle tesztkörnyezetben, eltérő tesztváltozatokat oldottak meg, ezért a klasszikus tesztelmélethez tartozó elemzéseket nem lehetett alkalmazni, a különböző nehézségű teszten nyújtott nyerspont-alapú teljesítmény összehasonlítás nem jelent megfelelő összevetést. A különböző tesztváltozatokon elért összpontszámok között a kapcsolat nem lineáris, ezért a lineáris transzformáció nem elegendő a közös viszonyítási rendszer kialakításához (Hülber, 2012). A különböző, de horgonyklaszterekkel összekapcsolt teszteken mutatott teljesítmények összehasonlítását, közös képességskálára való konvertálását, az adatok skálázását a valószínűségi tesztmodellek közé sorolható Rasch-modellben használt logisztikus függvény biztosította. A Rasch-modellnek a kétdimenziós változatát használva az egyik dimenziót a számítógép, másik dimenziót a papír alapú tesztkörnyezethez rendeltük, ezáltal függetlenítvé a két teszt médium eredményeit egymástól, ugyanakkor elérve, hogy azok végeredményben egy skálán ábrázolhatóak legyenek (Hülber és Molnár, 2013). Mivel számítógép alapon az egyes évfolyamok tesztváltozatai nem kapcsolódtak össze, ezért az itemekhez tartozó vizsgálatoknál minden egyes évfolyamra alkalmaztuk a kétdimenziós Rasch-modellt.

Az ACER ConQuest program (Wu, Adams és Wilson, 1998) használatával az itemek közös skálára kerültek, és a szoftver által meghatározott itemnehézségi értékek (*estimate value*) jelentették az elemzések kiindulópontját. Az itemek nehézségi értékei azt mutatják meg, hogy a tesztelt mekkora valószínűséggel old meg egy adott itemet (Molnár, 2013). A tanulók képességszintjeinek meghatározását a felvázolt kutatási elrendezés nem tette lehetővé, ezért a mintaelemzések alapját is a kapott itemnehézségi értékek jelentik. A magyarázatot az adja, hogy a papír alapon dolgozó tanulók megoldásai közül csak az került bele a modellbe, amely összehasonlítás tárgyát képezte, számítógépen is bemérésre került. Amíg egy itemet elegendő mennyiségű tanuló oldott meg a nehézségi értékek megbízható megállapításához mindkét médiumon, addig a papír alapon dolgozó tanulók képességszintjének meghatározásához adott esetben kevés információ állt rendelkezésre. A fentiekből következik, hogy papír alapon összességében is kevesebb információ állt rendelkezésre, mint számítógép alapon, de a minta nagysága és a tesztek összekapcsolását megvalósító horgonyzási technika megfelelő személyszeparációs reliabilitásmutatókat (*EAP/PV reliability*) eredményezett mindkét dimenzióban (lásd 4.1.1. fejezet), azaz megbízhatóan működött a Rasch-modell.

Az itemnehézségi értékek további elemzésére a klasszikus tesztelméleti módszerek is alkalmasak, azaz értelmezhető a különböző médiumon kiszámolt itemnehézségi értékek korrelációja, itemnehézségi értékek átlagának különbsége, egy vagy többszemponútú varianciaanalízis, melyben a függő változókat az itemnehézségi értékek jelentik.

A háttérváltozók médiahatásban betöltött szerepének vizsgálatához az egyes háttérváltozókhoz tartozó részmintákat különítettem el (például a nem esetében: fiúk-lányok). Minden egyes részmintára évfolyamonként alkalmazva a két-dimenziós Rasch-modellt határoztam meg az egyes médiumokon és részminták szerint elért itemnehézségi értékeket. (Ezzel választ kapva arra, hogy például a fiúk hogyan teljesítettek papír és számítógép alapon.)

A részmintákra értelmezett, papír és számítógép alapon kiszámolt itemnehézségi értékek között korrelációs vizsgálatok, korrelációs értékek közötti z-próbák és átlagok közötti t-próbák segítségével vizsgáltam, hogy milyen a kapcsolat az adott részminták esetén a két médiumon elért teljesítmények között.

Az itemek viselkedését leíró paraméterrendszer

Az itemek viselkedését kevés összehasonlító tanulmány állította fókuszpontjába, így a feladatok médiahatásának részletes jellemzésére használható szempontrendszer nem állt rendelkezésre. Az általam alkotott modell a feladat megoldásának komplex folyamatának egyes lépéseire rendeli a vizsgálható itemparaméterek körét. A modell megalkotásakor a teljességre törekedtem, azaz az összes olyan változó szerepeltetése cél volt, amely meghatározó lehet a médiahatás szempontjából.

13. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – információfeldolgozás (Hülber és Molnár, 2013)

Információ feldolgozása	információ típusa	szimbólumok
		számok
		betűk
		vegyes
		grafikus elemek
		táblázatok
	információ mennyisége	karakterszám
		darabszám
	információ elrendezési módja	lineáris szöveg
		szövegdobozok
		szöveg és grafikus elem(ek)

A megoldás első lépése a feladathoz tartozó információk feldolgozásával kezdődik (13. táblázat). Az információk feldolgozása függhet a megérteni kívánt információk típusától (szimbólumok, számok, betűk, grafikus elemek, táblázatok), azok mennyiségétől (karakterszám, darabszám) és elrendezési módjától (lineáris elrendezés, szövegdobozok, szöveg és grafikus elemek). A különböző információ elrendezésekre az 32., 33. és 34. ábrák mutatnak példát.

Petiek házában a lift úgy romlott el, hogy csak páros emeleteken áll meg. Sorold fel a 10 emeletes ház páros számú emeleleit! Páros számú emelet:	a	
	b	
	c	
	d	
	e	

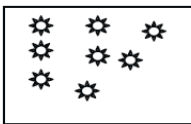

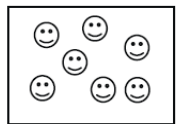

32. ábra

Példa olyan itemre, amelynél az információk elrendezése lineáris

Add össze a számkártyán lévő számokat! <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">6 + 7</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">9 + 8</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">3 + 9</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">4 + 15</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px 15px;">5 + 6</div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Írd csökkenő sorba az eredményeket!>.....>.....>.....>.....</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">a</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">b</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">c</td></tr> </table>	a	b	c
a				
b				
c				

33. ábra

Példa olyan itemre, amelynél az információk szövegdobozokban található meg

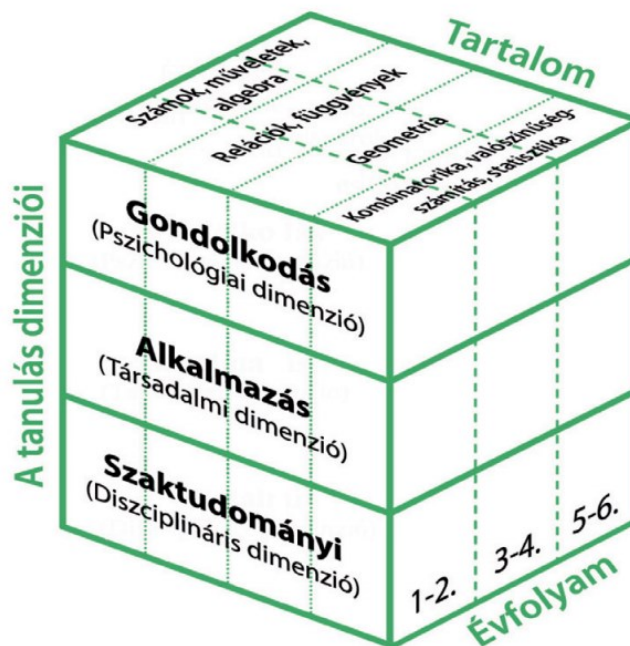
Rendezd csökkenő sorba! <p>a) Írd ide a keretbe a betűjeleket! > > > </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D</p> </div> </div>	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">a</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">b</td></tr> </table>	a	b
a			
b			

34. ábra

Példa olyan itemre, amelynél az információk „szöveg és grafikus elemek” elrendezésben található meg

A következő lépés az információk feldolgozása után a feladatmegoldás. Ezen rész elméleti alapját Csíkos és Csapó (2011) a matematika mérések tartalmának több szempontú elrendezési modellje (35. ábra) és Vidákovich (2012) matematika feladatok paraméterezését leíró dokumentuma jelentették.

A feladatmegoldáshoz tartozó paramétereket a feladatok tartalmi jellemzői, a feladatmegoldás feltételezett kontextusa és a feladatmegoldás közben működtetendő pszichikus struktúrák írják le. Ezek három dimenzióban értelmezhetők Csíkos és Csapó (2011) modellje alapján: gondolkodási, alkalmazási és szaktudományi. A gondolkodási dimenzió nem külső tartalmakat nevez meg, hanem belső tulajdonságokra hivatkozik. Modern terminológiával (például a PISA vizsgálatokban) ezt pszichológiai dimenzióknak is nevezik. A gondolkodási dimenzió feladataiban tágabb értelemben általános kognitív képességek, szűkebb értelemben a matematikai gondolkodás műveletei állnak középpontban, ezeket a feladatokat tantárgyi ismeretekre építve, többnyire képzelt, ritkábban valóságos szituációkban értékelik. Az alkalmazási vagy társadalmi dimenzióhoz tartozó feladatok célja, hogy az iskolán kívül, az élet gyakorlati részében alkalmazható tudást nyújtson. A társadalmi elnevezés is erre kíván utalni, a társadalom számára hasznosuló alkalmazható tudást értve ezalatt. A szaktudományi dimenziót a diszciplína, a tudományterület szempontjai és értékei határozzák meg. A tantárgyi ismeretek, tantárgy-specifikus készségek, alkalmazások tartoznak a diszciplináris dimenzióknak is nevezett részhez, amelyeknél a tanulóknak mindannak a tudásnak a lényeges elemeit kell elsajátítaniuk, amelyet a tudományok és a művészetek felhalmoztak (Csíkos és Csapó, 2011; Vidákovich, 2012).



35. ábra

*A matematika mérések tartalmának több szempontú elrendezése
(Forrás: Csikos és Csapó, 2011. 151. o.)*

A feladatok tartalmi jellemzői a szaktudományi, az alkalmazási és a gondolkodási dimenzióban is konkrét témakörökhöz kötődnek, ezért a tartalom paraméter a matematika esetében mindhárom dimenzióban ugyanúgy értelmezett (Vidákovich, 2012). A részletes tartalmi struktúrát és az adott elemekhez rendelkezésre álló itemek számát a 14. táblázat mutatja be.

A kontextus paraméter a feladatmegoldási szituációt jellemzi, ami a feladat által vizualizált szituációt jelenti, mivel a feladatok megoldása nem valós élethelyzetekben, hanem tanulási, iskolai környezetben történik meg. A kontextus nem értelmezett a gondolkodási dimenzióban, míg a másik két dimenzió esetében további két alkategóriára bontható (15. táblázat). A diszciplináris dimenzióban a feladatmegoldáshoz szükséges művelet lehet rutinfeladat, azon belül szöveges vagy nem szöveges. Utóbbi esetben a műveletek szöveg nélküli matematikai struktúráként jelennek meg. A társadalmi dimenzióban a feladatok realisztikus feladatok, amelyek a tanulók által ismerős szituációval és tartalmakkal bírnak, és az így leírható tudáselemek matematikai modellezése a cél. A realisztikus feladatokon belül az autentikus feladatok sajátossága, hogy egy valóságos problémahelyzetet állítanak a tanulók elé, akik bevontság érzetük által motiváltabban próbálják a nem létező mechanikus megoldási algoritmus helyett modellalkotással megoldani a feladatot (Csikos és Csapó, 2011; Vidákovich, 2012).

14. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/tartalom és az adott elemhez tartozó itemek száma

Dimenziók		Tartalmi elemek	Itemek száma
Gondolkodási dimenzió		1. számok, műveletek, algebra	
		1.1. számok	188
		1.2. műveletek	296
		1.3. algebra	64
Alkalmazási dimenzió		2. relációk, függvények	
		2.1. sorozatok	62
		2.2. adathármasok	60
		2.3. ábrázolás Descartes-féle koordináta-rendszerben	10
Szaktudományi dimenzió		3. geometria	
		3.1. konstruálások	8
		3.2. transzformációk	-
		3.3. tájékozódás	40
		3.4. mérések	136
		4. kombinatorika, valószínűségszámítás, statisztika	
		4.1. kombinatorika	114
		4.2. valószínűségszámítás	12
		4.3. statisztika	48

15. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/kontextus (Vidákovich, 2012) és az adott elemhez tartozó itemek száma

Szaktudományi dimenzió		Alkalmazási dimenzió		Gondolkodási dimenzió	
Altípusok	Itemek száma	Altípusok	Itemek száma	Altípusok	Itemek száma
rutinfeladat, nem szöveges	37	realisztikus feladat, nem autentikus	26	nem releváns	
rutinfeladat, szöveges	537	realisztikus feladat, autentikus	55		

A pszichikus struktúra a feladatok megoldásához szükséges értelmi (gondolkodási) műveleteket, műveletsorokat, készségeket jelenti. A pszichikus struktúrához a szaktudományi és az alkalmazási dimenzió is a Bloom kognitív követelményrendszeréből épül fel a következők alapján: ismeret, megértés, alkalmazás és magasabb rendű műveletek. A gondolkodási dimenzióban a pszichikus struktúra elemei a rendszerező képesség, a kombinatív képesség, a deduktív gondolkodás, az induktív gondolkodás és ezek elemei (Vidákovich, 2012). Részletesen mindkettőt a 16. táblázat mutatja be.

16. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/pszichikus struktúra (Vidákovich, 2012) és az adott elemhez tartozó itemek száma

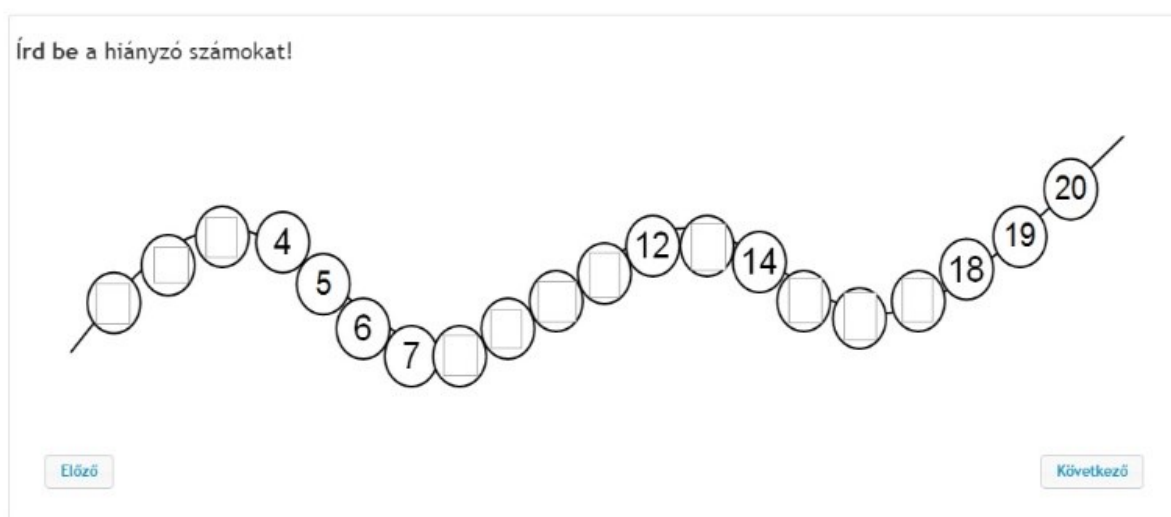
Dimenziók	Tartalmi elemek	Itemek száma
Gondolkodási dimenzió	1. rendszerező képesség	
	1.1. besorolás, szelektálás	77
	1.2. halmazképzés	1
	1.3. felosztás	10
	1.4. osztályozás	17
	1.5. sorképzés	-
	2. kombinatív képesség	
	2.1. permutálás	16
	2.2. variálás	-
	2.3. kombinálás	24
	2.4. összes részhalmaz képzése	-
	2.5. Descartes-szorzat képzése	7
	3. deduktív gondolkodás	
	3.1. műveletek	29
	3.2. következtetések	3
	4. induktív gondolkodás	
	4.1. kizárás	27
	4.2. átkódolás	5
	4.3. analógia képzése	7
	4.4. sorozat képzése	12
	4.5. szabály megfogalmazása	3
Alkalmazási és Szaktudományi dimenzió	1. ismeret (ráismerés, felidézés)	311
	2. megértés (értelmezés, magyarázat)	96
	3. alkalmazás (átalakítás, kivitelezés)	82
	4. magasabb szintű műveletek (analízis, szintézis, értékelés)	286

A feladatmegoldás belső folyamatai után a feladatmegoldó tevékenységgel zárul a teljes folyamat. Ezt a szakaszt médiahatás szempontjából jellemezheti a feladat típusa, a feladat megoldásával járó eszközhasználat jellege, a válasz információ típusa és szövegalkotó feladatoknál azok mennyisége.

A feladattípus paraméter a feladat formai jellemzői közé tartozik, ezért független a területtől, dimenziótól, a feladatmegoldó tevékenység típusára utal (17. táblázat). Az eszközhasználat különbözősége a számítógép alapú megoldásnál értelmezett, papír alapon egyféle eszközhasználat létezik (papír-ceruza). Számítógép alapon azonban megkülönböztethetünk csak egér használatát igénylő, csak billentyűzet használatát igénylő (egy szövegdobozba és a következő gombra való kattintást nem számítva) és egér, billentyűzet párhuzamos használatát igénylő feladatokat, amikor a teszteltnek több, mint egy szövegdobozba való kattintást kell végrehajtania, lásd például: 36. ábra.

17. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldó tevékenység/feladattípus (Vidákovich, 2012) és az adott altípushoz tartozó itemek száma

Dimenziók	Feladattípus	Itemek száma
Gondolkodási dimenzió	1. Zárt	
	1.1. választás	
	1.1.1. alternatív választás	161
	1.1.2. feleletválasztás	118
	1.1.3. szelektálás	34
	1.2. hozzárendelés	
	1.2.1. párosítás	25
Alkalmazási dimenzió	1.2.2. halmazba sorolás	37
	1.3. rendezés	
	1.3.1. relációválasztás	5
	1.3.2. sorba rendezés	20
	2. nyílt	
Szaktudományi dimenzió	2.1. kiegészítés	
	2.1.1. kép-kép	-
	2.1.2. szöveg-szöveg	11
	2.1.3. szám-szám	121
	2.1.4. kép-szöveg, szöveg-kép	10
	2.1.5. szöveg-szám, szám-szöveg	21
	2.2. teljes válasz	
	2.2.1. kép	-
	2.2.2. szöveg	99
	2.2.3. szám	170
	2.2.4. kép és szöveg	-
	2.2.5. szöveg és szám	19



36. ábra

Példa olyan számítógép alapú itemre, amely az egér és a billentyűzet párhuzamos használatát kívánja meg

Az utolsó paraméter csak a szövegalkotó, nyíltvégű feladatoknál értelmezhető. Itt a bevitt információknál megkülönböztettem csak numerikus, műveleteket jelző karakterek kategóriát (pl.: „3+4”), szöveges információk bevitelét is igénylő típust, illetve a csak matematika szimbólumok bevitelét kívánó osztályt (pl.: „<”, „>”, „=”, „%”). További paramétert jelentett ezen bevitt információk mennyisége, azaz a karakterszám.

Az itemekhez tartozó paraméterek kategorizálását, leírását a feladatmegoldáshoz kapcsolódó tartalom, kontextus és pszichikus struktúrák esetén az SZTE OK Feladatbankjában lévő információk jelentették, a többi paraméter esetén a kategorizálást önállóan végeztem el.

Megoldások kiértékelése

Papír és számítógép alapon a feladatok javítása eltérő jellemzőkkel rendelkezik, de mindkét tesztkörnyezetben a javítás alapidokumentumát a részletes (feladatbankhoz tartozó) javítókulcs jelentette. Papír alapon a nyílt és zártvégű feladatok javítását is az SZTE OK által felkért gyakorlott javítók végezték. Számítógép alapon a zártvégű feladatok automatizált javítása után ezek eredményei a tesztet követően azonnal rendelkezésre álltak, ez a tanulók számára százalékos formában jelent meg a tesztelés végeztével. A nyílt végű feladatok javítását saját magam végeztem el, ezáltal elkerülve a különböző értékelők eltérő megközelítéseiből eredő szubjektív pontozás jelenségét.

4. A SZÁMÍTÓGÉP ALAPÚ TESZTELÉSRE VALÓ ÁTTÉRÉS BIZTOSÍTÁSA AZ EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN

4.1. A kutatás eredményei

Az eredmények ismertetésekor a 3.1. fejezetben megfogalmazott hipotéziseket fókuszpontba állítva a tesztek megbízhatóságára, a papír és számítógép alapú teszteredmények átlagos különbségeire, az itemek paramétereire, majd a minta tulajdonságaira vonatkozó eredményeket mutatom be a következő fejezetben.

4.1.1. A tesztek megbízhatóságára vonatkozó eredmények (H1)

A tesztek megbízhatósági értékei megfelelőek voltak mind a hat évfolyamon papír ($\text{Cronbach-}\alpha \geq 0,86$) és számítógép alapon is ($\text{Cronbach-}\alpha \geq 0,91$). Miután papír alapon mind a hat évfolyamon 30 tesztváltozat, számítógép alapon pedig 10 tesztváltozat került kiköszvetítésre, ezért a könnyebb áttekinthetőség érdekében a 240 megbízhatósági mutató helyett azok adott évfolyamon lévő minimum értékeit, illetve átlagukat mutatjuk be (18. táblázat). A számítógép alapú tesztek belső konzisztenciája átlagosan minden évfolyamon magasabbnak bizonyult, mint papír alapon. A Cronbach- α mutató mellett a Rasch-modell alkalmazásának megbízhatóságát a személyszeparációs (EAP/PV) reliabilitási mutató segítségével jellemezzük. Hasonlóan a *Cronbach* (1951) által meghatározott mutatóhoz, a 0,8 feletti értékek megfelelőnek, a 0,9-nél nagyobbak pedig kiválónak tekinthetők. A személyszeparációs reliabilitás értékek, mind számítógépen, mind papíron megfelelőnek mutatkoztak.

18. táblázat. A tesztváltozatok megbízhatósági mutatói (Hülber és Molnár, 2013)

Évf.	Számítógép alapú adatfelvétel			Papír alapú adatfelvétel		
	Cronbach- α értékek átlaga	Legkisebb Cronbach- α érték	Személy- szeparációs reliabilitás	Cronbach- α értékek átlaga	Legkisebb Cronbach- α érték	Személy- szeparációs reliabilitás
1	0,94	0,93	0,91	0,88	0,87	0,88
2	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,85
3	0,89	0,80	0,91	0,85	0,80	0,85
4	0,91	0,84	0,88	0,86	0,82	0,84
5	0,87	0,81	0,85	0,83	0,81	0,82
6	0,91	0,88	0,89	0,86	0,84	0,82

4.1.2. Papír és számítógép alapú eredmények összehasonlítása (H2)

A számítógép és papír alapú tesztek viselkedésének összehasonlítását a két tesztkörnyezetben mért itemnehézségi értékek átlagának összevetésével és az itemnehézségi értékek közötti korrelációval vizsgáltuk, jellemeztük. A nehézségi értékek átlagai között nem mutatkozott szignifikáns különbség egyik évfolyamon sem (19. táblázat). Az azonos itemek különböző médiumon jellemző viselkedésének évfolyamonkénti összehasonlítását jobban érzékelteti az itemnehézségi értékek közötti korrelációs együtthatók nagysága. Az első három évfolyamon a korrelációs együttható $r=0,7$ ($p<0,01$) körüli értéket vesz fel, majd negyedik évfolyamtól kezdődően az eredmények együttjárása egyre erősebb lesz. Hatodik évfolyamra a már kifejezetten magasnak mondható $r=0,92$ ($p<0,01$) korrelálnak egymással a papír és számítógép alapú itemnehézségi mutatók.

19. táblázat. A papíron és a számítógépen kiköszvetített itemek átlagos nehézségi értékei közötti kapcsolat (Hülber és Molnár, 2013)

Évfolyam	PP-CB itemnehézségi értékek	
	r	t (p)
1	0,70	1,14 (0,26)
2	0,72	0,90 (0,37)
3	0,69	1,05 (0,30)
4	0,77	0,18 (0,86)
5	0,85	0,03 (0,97)
6	0,92	0,15 (0,90)

Megjegyzés: Minden r érték $p<0,01$ szinten szignifikáns.

A valószínűségi tesztelméletek alkalmazásakor az itemek nehézségi indexeinek és a minta képességszintjeinek jellemző vizuális ábrázolási módja a személy/item térképek használata. A személy/item térképek közös skálán helyezik el az itemeket és a személyeket, nehézségük, illetve képességszintjük szerint (Molnár, 2013). A 7. mellékletben látható az első, harmadik és hatodik évfolyam személy/item térképe. Az ábra bal oldalán láthatóak a személyek, jobb oldalán az itemek. A 7. mellékletben lévő ábra bal oldali része megfeleltethető egy képességeloszlás görbének, ami jelen esetben két részre tagolódik a számítógép és papír alapú eredményeknek megfelelően. A 0. szint a mintában az átlagos képességszintű tanulók szintje. A 0. szint felett elhelyezkedő itemek, az átlagnál magasabb képességszintet igényelnek és nehezebbek, míg az az alattiak könnyebbek, és alacsonyabb képességszinttel bíró diákok tudják megoldani. Az 7. mellékletben látható személy/item térképekről könnyedén leolvasható, hogy az első évfolyam esetén közelítenek legkevésbé egymáshoz az eloszlásgörbék, a harmadik évfolyam köztes állapotot jelenít meg, míg a hatodik évfolyam esetében közel azonosak az eloszlási értékek a két médium esetén. A 7. mellékletben lévő ábrákról továbbá leolvasható, hogy a szélső értékek esetén a számítógép alapú dimenzióban kevesebb tanuló található, mint papíron, ennek megfelelően feltehetőleg kevésbé diszkriminál, választja szét a gyengébb és magasabb képességszintű tanulókat az elektronikus médium.

4.1.3. A különböző itemparaméterek szerinti eredmények

Az információfeldolgozásához tartozó változók menti különbségek (H5)

Az információfeldolgozásnál a feladathoz tartozó információ mennyisége, típusa és elrendezési módja képezte a vizsgálatok tárgyát. A feladatokhoz tartozó karakterek száma első évfolyamon még jelentősen befolyásolta az eredményességet, mind papír, mind számítógép alapon, a feladatban szereplő karakterszám mennyisége és a feladat nehézsége között erős a kapcsolat. Ez a szoros együttjárás fokozatosan csökken, és negyedik évfolyamtól már egyik tesztkörnyezetben sincs összefüggés a két paraméter között. A két médium tekintetében nincs különbség a karakterszám befolyásoló hatásában, a korrelációs értékek z-próbával való összevetése alapján ugyanolyan mértékben módosítja az eredményeket minden évfolyamon a feladatokhoz tartozó információ mennyisége (20. táblázat).

20. táblázat. A feladatnehézségi értékek és a feladatmegoldáshoz szükséges szövegmennyiség közötti összefüggés erőssége számítógép és papír alapon (Hülber és Molnár, 2013)

Évfolyam	r_karakterszám_nehézségi index		z (p)
	CB	PP	
1	0,48**	0,56**	0,94 (0,35)
2	0,26**	0,24**	0,18 (0,43)
3	0,28**	0,20*	0,69 (0,49)
4	n.s.	n.s.	-
5	n.s.	n.s.	-
6	n.s.	n.s.	-

*Megjegyzés: * p<0,05 szinten szignifikáns, ** p<0,01 szinten szignifikáns; n.s. nem szignifikáns.*

Az információk típusánál vizsgálat tárgyát képezte, hogy a grafikus elemek és a táblázatok alkalmazása különbözőképpen befolyásolja-e az eredményességet egyik vagy másik médiumon. A grafikus elemek teljesítménybefolyásoló hatása kizárólag első évfolyamon jelentkezett, ezek a feladatok számítógépes környezetben bizonyultak könnyebbnek (12. melléklet, 1. táblázat). A grafikus itemeket tartalmazó papír és számítógép alapú feladatok átlag itemnehézségi értékeinek különbsége első évfolyamon $|t|=2,01$, $p<0,05$ értékekkel volt szignifikáns. A magasabb évfolyamokon nem mutatkozott matematikailag jelentős különbség ezen a területen. A táblázatot tartalmazó feladatok nem viselkedtek eltérően egyik évfolyamon sem, ezért nem tekinthetők médiahatás szempontjából fontos változónak.

Az információk elrendezése szintén nem befolyásolta a különbségeket. A tanulók számára egyformán nehéz volt mindkét médiumon az információk feldolgozása, függetlenül attól, hogy a feladathoz tartozó információk egy egységet alkottak és lineáris feldolgozást igényeltek, több részből álltak, nem folyamatos szöveget képeztek, vagy szöveges és grafikus elemek feldolgozását egyszerre kívánták meg. Az egyes altípusoknál nem mutatkozott különbség egyik évfolyamon sem a kétszemponos varianciaanalízis (ANOVA) eredményei szerint (12. melléklet, 2. táblázat).

A feladatmegoldáshoz tartozó paraméterek szerinti eredmények (H4)

A feladat megoldásához szükséges pszichikus struktúra (12. melléklet, 3. táblázat) és a feladatok kontextusa (12. melléklet, 4. táblázat) mindkét közvetítő eszköz esetében azonos mértékben befolyásolta a feladatok nehézségi értékeit. A többszemponos varianciaanalízis csoportosító változói az altípusok és releváns dimenziók voltak. A feladatok tartalmi elemeit vizsgálva (12. melléklet, 5. táblázat) az első öt évfolyamon nem viselkedtek eltérő módon az itemek a tesztmedium függvényében. Hatodik évfolyamon azonban szignifikáns eltérés jelentkezett ($F=3,7$, $p<0,05$). Megvizsgálva az egyes altípusokat (12. melléklet, 6. táblázat), a hatodik évfolyamtól megjelenő statisztikai tartalmú feladatok megoldása szignifikánsan nehezebbnek bizonyult számítógépes környezetben, mint papíron ($|t|=2,06$, $p<0,05$). A varianciaanalízis szignifikáns különbségei ennek a feladattípusnak tudhatók be.

A feladatmegoldó tevékenységhez fűződő paraméterek szerinti eredmények (H3, H6)

A feladatmegoldó tevékenységhez kapcsolódó jellemzők vizsgálatakor a feladattípus, a feladat megoldásával járó eszközhasználat jellege, a válasz információ típusa és szövegalkotó feladatoknál azok mennyisége képezte a vizsgálatok tárgyát.

A feladatok típusa médiahatás szempontjából meghatározó paraméternek bizonyult az eredmények alapján. Az alternatív választást kívánó feladatokat az első három évfolyamon átlagosan könnyebben oldották meg a diákok számítógépen. Megjegyzést érdemel, hogy második évfolyamon csak tizenhat ilyen item állt rendelkezésre, de feltételezhető, az eggyel alatta és felette lévő évfolyam eredményei alapján, hogy magasabb elemszámnál is maradt volna a szignifikáns eltérés ezen az évfolyamon (21. táblázat).

Hipotézisünkkel ellentétben a feleletalkotó feladatokban egyik évfolyamon sem kerültek hátrányba a diákok, függetlenül attól, hogy számítógépen dolgoztak, vagy papíron (12. melléklet, 7. táblázat).

21. táblázat. Alternatív választás típusú feladatok papíron és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése (Hülber és Molnár, 2013)

Évfolyam	N	t	p
1	56	4,16	<0,01
2	16	2,67	<0,05
3	66	4,16	<0,01
4	70	-0,64	0,52
5	64	0,19	0,85
6	50	1,15	0,26

A nyílt végű, szövegalkotó választ kívánó feladatoknál további vizsgálatokat végeztünk az adandó válasz típusára (szöveg, szám, szimbólum) vonatkozóan. A szöveg és a numerikus karakterek bevitele egyik évfolyamon sem jelentett gondot a diákok számára, nem mutatkozott különbség. Harmadik évfolyamtól jelentek meg azok a feladatok, amelyek szimbólumok bevitelét igényelték. Ezen az évfolyamon problémát jelentett a billentyűkombinációt igénylő feladatok megoldása, és szignifikánsan magasabban teljesítettek a harmadik osztályos diákok az ilyen típusú feladatokon papír alapon, mint számítógépen ($|t|=5,15$, $p<0,01$).

Negyedik évfolyamtól azonban nem megfigyelhető ez a jelenség, a diákok számára nem jelent nehézséget a szimbólumok bevitele (12. melléklet, 8. táblázat).

A feladatra adandó válaszok hossza (karakterszám) szerinti vizsgálatok hasonló eredménnyel jártak, mint a feladatokhoz tartozó karakterszám szerepére vonatkozóak. Az alsós évfolyamokon – legfőképp első és második osztályban – a válaszok hossza befolyásolta a feladatokon való teljesítés eredményességét, de az egyes médiumok között nem mutatkozott szignifikáns különbség. Ötödik és hatodik évfolyamon a válaszok hossza már nem volt hatással a diákok teljesítményére egyik médiumon sem (22. táblázat).

22. táblázat. Feladatnehézségi értékek és a feladatra adott válasz terjedelme közötti korrelációs összefüggés számítógép és papír alapon (Hülber és Molnár, 2013)

Évfolyam	r_válaszkarakterszám_nehézségi index		z (p)
	CB	PP	
1.	0,42*	0,34*	0,76 (0,45)
2.	0,30*	0,39*	0,86 (0,39)
3.	0,23*	0,12	0,33 (0,33)
4.	0,23*	0,17	0,54 (0,59)
5.	n.s.	n.s.	-
6.	n.s.	n.s.	-

Megjegyzés: * $p < 0,05$ szinten szignifikáns, n.s. nem szignifikáns.

Az eszközhasználat kategóriáinak tekintetében (csak egér, csak billentyűzet használatát igényelő, egér és billentyűzet párhuzamos használatát elváró feladatok) az első évfolyamon átlagosan könnyebbek voltak azok a feladatok, ahol a diákoknak elegendő volt egeret használni a feladatok megoldásához ($|t|=3,17$, $p < 0,01$). A további évfolyamokon ez a jelenség már nem volt megfigyelhető, nem jelentkezett az eszközhasználat médiahatást befolyásoló effektusa (12. melléklet, 9. táblázat). Az első évfolyamon az alternatív választás típusú feladatok számítógépen való eredményessége azonban felvetette a kérdést, hogy az eszközhasználat helyett elképzelhető, hogy a feladattípus hatása áll. (Az alternatív választás típusú feladatok megoldásához elegendő az egér használata.) A CB-PP itemnehézségi értékek mutatója első évfolyamon a csak egér használatát igénylő feladatok esetében $r=0,3$ ($N=47$) gyenge korrelációs értéket vesz fel. Abban az esetben, ha azoknál a feladatoknál nézzük meg ezt a korrelációs értéket, amelyek nem alternatív választás típusúak, akkor $r=0,65$ ($N=22$). A két korrelációs érték z-próbával összevetése $z=1,7$ ($p < 0,05$) rávilágított arra, hogy a fent megnevezett hatás a feladattípusnak köszönhető, nem pedig az eszközhasználatnak (Hülber és Molnár, 2013).

Az itemparaméterekre vonatkozó további vizsgálatok eredményei (H3-H6)

A médiahatás-vizsgálatok módszertanát tárgyaló szakirodalom alapján feltételeztük, hogy önmagában az átlagok, varianciák összehasonlítása elfedheti a különbségeket, a médiahatásért felelős tényezők azonosítására nem feltétlenül alkalmas.

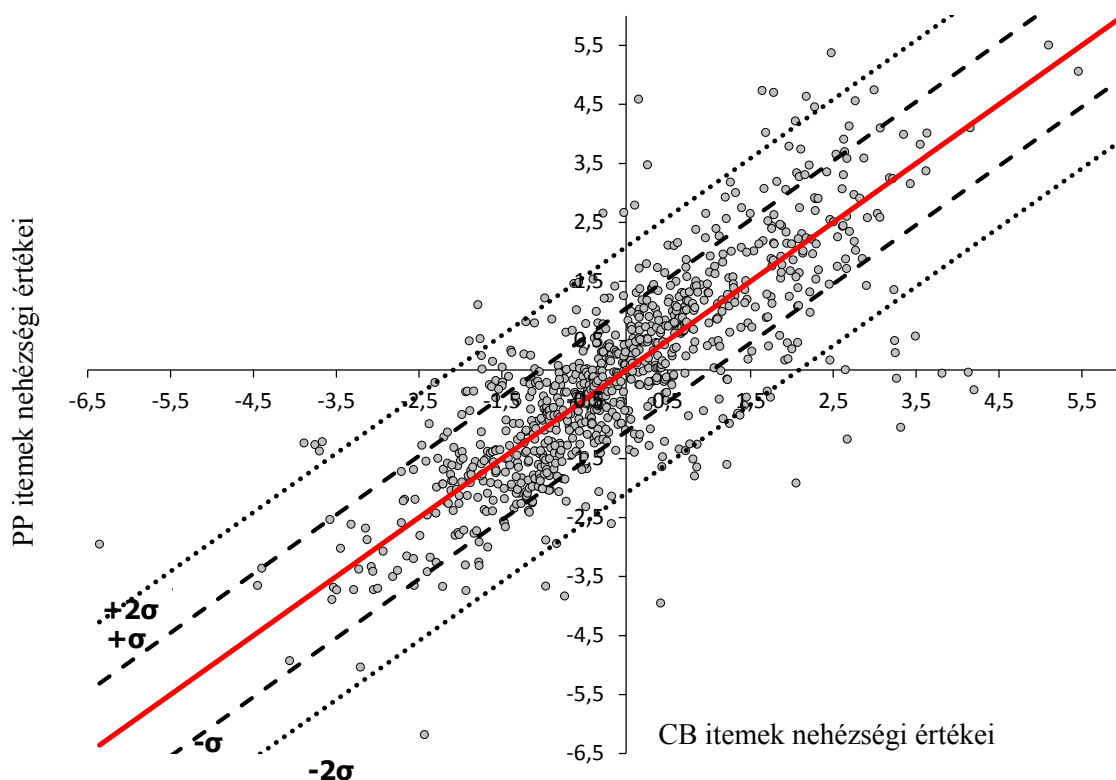
Az itemek különböző médiumon való viselkedésének további jellemzéséhez ad segítséget a 37. ábra. Az ábrán minden kör egy itemet reprezentál, x tengelyen a számítógép alapú, y tengelyen a papír alapú nehézségi értékének megfelelően. Amennyiben a két érték egybe esik, az item azonosan nehéz mindkét médiumon, azaz médiafüggetlen. Ezek a feladatok az $x = y$ egyenes mentén helyezkednek el (piros vonal). A tesztmédium szempontjából azonosan viselkedő itemek köréhez sorolhatjuk továbbá (statisztikai elvek alapján) azokat a feladatokat, amelyek egy szóráson belül helyezkednek el. A 37. ábrán ezt a határt a szaggatott vonalak jelentik. Az itemek 77%-a sorolható ebbe a kategóriába. A $(+\sigma)$ szaggatott vonal felett, illetve $(-\sigma)$ alatt elhelyezkedő itemek lehetnek felelősek a médiahatásért, a teszteredmények közötti különbségekért. A $(+\sigma)$ szaggatott vonal felett lévő itemek papír alapon könnyebbek, míg a $(-\sigma)$ szaggatott vonal alattiak számítógép alapon. Ezen itemeket tovább csoportosítottuk a nehézségi indexük közötti különbség mértéke szerint, és megkülönböztettük az egy és két szórás közöttiek, illetve azokat, amely már két szórás értékét is meghaladják (pontosított vonal).

Ahhoz, hogy leírjuk az itemek tipikus médiahatás-független és médiahatás-függő tulajdonságait, összehasonlítottuk a papír és a számítógép alapon szignifikánsan különböző itemnehézségi értékkel rendelkező (N=195) itemek tulajdonságait a médiahatást nem mutató itemek (N=685) tulajdonságaival. Az egyes itemjellemzők gyakorisági értékeit százalékos formában kifejezve alkottuk meg a tipikusan azonosan, illetve eltérően viselkedő itemek profilját. Azok a feladatok tekinthetők ilyennek, amelyekre a következő tulajdonságok legalább egyike igaz: kombinatorikai tartalmú (26%), magasabb szintű műveleteket (33%), permutálást (27%) igénylő, teljes válasz feladattípusú (34%), billentyűkombinációval megoldható (47%) papír alapon szignifikánsan könnyebbek bizonyultak. A zárójelben feltüntetett százaléértékek azt mutatják meg, hogy az adott jellemzővel rendelkező feladattípus mennyivel gyakrabban fordult elő (százalékos formában) szóráson túl, mint a médiahatást nem eredményező szórás értéken belül. A grafikus elemeket tartalmazó (43%) és/vagy alternatív típusú (38%) feladatok számítógépes környezetben nem jelentettek akkora nehézséget az elsős illetve második osztályos diákok számára, mint papír alapon. Tesztmédiumtól leginkább függetlennek a kiegészítés típusú (1%) feladatok mutatkoztak (Hülber és Molnár, 2013).

4.1.4. A minta tulajdonságaira vonatkozó eredmények

Az életkor meghatározó szerepe (H7)

Az életkor meghatározó szerepe a 19. táblázat alapján már bemutatásra került. Ennek megfelelően az első három évfolyamon, a 6-10 évesek esetén a különbségek nagyobbak, a PP és CB itemnehézségi mutatók korrelációja $r=0,7$ körüli, az átlagok szintjén azonban nem szignifikánsak a különbségek. Negyedik évfolyamtól, 10 éves kortól dinamikusan csökken a két tesztkörnyezetben elért pontszámok közötti különbség, míg 12 éves korra a különbségek 10% alattiak lesznek.



37. ábra

Az itemnehézségi mutatók változása a közvetítő eszköz függvényében

A diákok nemére vonatkozó eredmények (H8)

Ahhoz, hogy megvizsgáljam a diákok nemének médiahatásra vonatkozó szerepét részmintákat különítettem el a két nemnek megfelelően. Ezekre külön-külön alkalmazva a két dimenziós Rasch-modellt határoztam meg a fiúk, illetve a lányok papír és számítógép médiumon elért nehézségi értékeket. A különbségek megállapításához ezen értékek átlagát vetettem össze t-próbával (23. táblázat). Fiúk esetében egyik évfolyamon sem volt jelentős különbség az egyes médiumokon elért teljesítmények között. Lányoknál is csak az első évfolyamon állt fenn szignifikáns eltérés, számítógépen alacsonyabb teljesítményt értek el, mint papír alapon ($|t|=2,11$, $p<0,05$).

23. táblázat. A médiahatás nemek szerinti különbségei évfolyamonkénti összehasonlításban

Évfolyam	Fiúk		PP-CB itemnehézségi értékek t (p)	Lányok		PP-CB itemnehézségi értékek t (p)
	N _{CB}	N _{PP}		N _{CB}	N _{PP}	
1	1574	1091	1,74 (0,08)	1461	1157	2,11 (0,04)*
2	1673	1617	1,81 (0,07)	1616	1568	1,15 (0,14)
3	1820	1787	1,32 (0,18)	1819	1804	0,83 (0,41)
4	2027	1964	0,47 (0,64)	2015	1944	0,55 (0,58)
5	2201	2042	0,56 (0,57)	2146	2166	0,47 (0,64)
6	1900	1786	0,63 (0,53)	1787	1801	0,70 (0,48)

Megjegyzés: * $p<0,05$ szinten szignifikáns

Diákok lakhelyének földrajzi paramétereivel kapcsolatos eredmények (H9)

A diákok földrajzi paramétereivel kapcsolatban a régió szerinti elhelyezkedés került vizsgálatra. A nemeknél leírt eljárási módot követve, részminták szerint történt a papír és számítógép alapú eredmények összehasonlítása. Negyedik évfolyamtól kezdődően egyik évfolyamon sem találunk statisztikailag számottevő eltérést. Az alsóbb évfolyamokon egyes régiókban előfordulnak szignifikáns eltérések, első és második évfolyamon kettő, harmadik évfolyamon egy régió esetén. Szisztematikus elrendeződés azonban az eltérésekben nem jelentkezik (24. táblázat). Ez alapján, illetve a minta egyenlőtlen régiók menti elosztása miatt nem bizonyítható, hogy a régiók menti eloszlás befolyásolná a médiahatás nagyságát, nem egyértelmű, hogy a kimutatott különbségeket a földrajzi elhelyezkedés eltérései okoznák.

24. táblázat. A médiahatás régiók szerinti különbségei évfolyamonkénti összehasonlításban

		Évfolyam					
Régiók		1	2	3	4	5	6
Nyugat-Dunántúl	N _{CB}	277	378	398	346	393	238
	N _{PP}	203	359	349	324	349	264
	t	n.s.	-3,18**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Közép-Dunántúl	N _{CB}	357	408	418	477	453	386
	N _{PP}	299	385	385	512	467	380
	t	n.s.	-2,43*	-2,01*	n.s.	n.s.	n.s.
Dél-Dunántúl	N _{CB}	100	168	158	248	176	151
	N _{PP}	76	242	265	257	220	149
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Közép-Magyarország	N _{CB}	579	548	595	675	662	623
	N _{PP}	1193	674	653	829	943	810
	t	4,49**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Észak-Magyarország	N _{CB}	274	251	339	384	435	475
	N _{PP}	189	226	318	380	399	379
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Észak-Alföld	N _{CB}	554	594	815	706	891	752
	N _{PP}	459	565	724	712	889	826
	t	n.s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Dél-Alföld	N _{CB}	905	942	916	1206	1337	1062
	N _{PP}	627	838	945	1028	1080	879
	t	-2,91**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Megjegyzés: * p<0,05, ** p<0,01 szinten szignifikáns; n.s. nem szignifikáns.

Szülők iskolai végzettsége szerinti eredmények (H10)

A szülők iskolai végzettségének szerepét külön vizsgáltam az anya és apa esetében. Mindkét médiumon egymástól függetlenül egy dimenziós Rasch-modellt alkalmazva a szülők iskolai végzettsége meghatározónak bizonyult a teljesítmény szempontjából. A tanulók képességszintje papír és számítógép alapon is erős korrelációt mutat a szülők iskolai végzettségével (25. táblázat). A médiahatás-vizsgálatának szempontjából a kérdés, hogy különbözőképpen befolyásolja-e a szülők iskolai végzettsége az egyes médiumokon való teljesítést.

25. táblázat. A szülők iskolai végzettségének és a WLE személyt jellemző képességszintek közötti kapcsolat, papír és számítógép alapon (minden együttható $p < 0,01$ szinten szignifikáns)

Évfolyam	PP		CB	
	r_{anya}	r_{apa}	r_{anya}	r_{apa}
1	0,91	0,93	0,67	0,65
2	0,95	0,86	0,90	0,96
3	0,96	0,94	0,86	0,88
4	0,94	0,95	0,89	0,88
5	0,98	0,94	0,93	0,92
6	0,96	0,96	0,97	0,96

A legmagasabb iskolai végzettség szerint 6 almintát különítettem el mindkét szülőnél. Ezekre külön-külön alkalmazva a kétdimenziós Rasch-modellt határoztam meg az egyes részmintákat jellemző itemnehézségi értékeket, és hasonlítottam össze az átlagukat t-próbával. Az eredmények általánosíthatóságát korlátozza, hogy azoknak a szülei, akik nem fejezték be az általános iskolát kevés elemszámmal jelentek meg a mintában.

Az eddigi eredményekhez hasonlóan, a különbségek az első három osztály esetén hangsúlyosak mindkét szülő esetén (26., 27. táblázat). Azoknak a szülőknek a gyermekei, akik a legmagasabb végzettséggel rendelkeztek, azaz főiskolai, vagy egyetemi oklevéllel, kerültek hátrányba számítógép alapon. Az első három évfolyamon a felsőfokú oklevélnél alacsonyabb iskolai végzettséggel rendelkezőknél nem jelentkezett médiahatás.

26. táblázat. Az anya iskolai végzettsége szerinti különbségek médiahatásra vonatkozóan évfolyamonkénti bontásban

Anya legmagasabb iskolai végzettsége		Évfolyam					
		1	2	3	4	5	6
Nem fejezte be az ált. isk.	N _{CB}	42	65	81	72	70	45
	N _{PP}	37	84	82	78	71	36
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Általános iskola	N _{CB}	309	364	427	675	522	486
	N _{PP}	203	536	540	507	549	488
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

26. táblázat folytatása

Szakmunkásképző	N _{CB}	440	450	537	777	878	768
	N _{PP}	392	575	768	859	914	885
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Érettségi	N _{CB}	483	574	685	846	924	889
	N _{PP}	472	561	696	817	1053	956
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Főiskola	N _{CB}	313	399	594	648	846	784
	N _{PP}	249	409	574	732	749	666
	t	4,3**	2,93**	2,84*	n.s.	n.s.	n.s.
Egyetem	N _{CB}	211	378	522	706	651	489
	N _{PP}	189	382	500	450	486	327
	t	4,79**	3,45**	2,93*	n.s.	n.s.	n.s.

Megjegyzés: * p<0,05, ** p<0,01 szinten szignifikáns; n.s. nem szignifikáns.

27. táblázat. Az apa iskolai végzettsége szerinti különbségek médiahatásra vonatkozóan évfolyamonkénti bontásban

Apa legmagasabb iskolai végzettsége		Évfolyam					
		1	2	3	4	5	6
Nem fejezte be az ált. isk.	N _{CB}	42	65	81	72	70	45
	N _{PP}	37	84	82	78	71	36
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Általános iskola	N _{CB}	309	364	427	675	522	486
	N _{PP}	203	536	540	507	549	488
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Szakmunkásképző	N _{CB}	440	450	537	777	878	768
	N _{PP}	392	575	768	859	914	885
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Érettségi	N _{CB}	483	574	685	846	924	889
	N _{PP}	472	561	696	817	1053	956
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Főiskola	N _{CB}	313	399	594	648	846	784
	N _{PP}	249	409	574	732	749	666
	t	3,64**	2,5**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Egyetem	N _{CB}	211	378	522	706	651	489
	N _{PP}	189	382	500	450	486	327
	t	3,41**	3,49**	2,63*	n.s.	n.s.	n.s.

Megjegyzés: * p<0,05, ** p<0,01 szinten szignifikáns; n.s. nem szignifikáns.

A diákok tanulmányi eredményével kapcsolatos eredmények (H11)

A diákok tanulmányi előmenetelénél a félévi osztályzatok átlaga és a félévi matematika jegyek képezték a vizsgálat tárgyát. Első és második osztályban a tanulmányi előmenetel szerepét nem lehetett vizsgálni, mivel csak második osztály év végén kapnak először a tanulók érdemjegyet (a jelenlegi és az adatgyűjtés időpontjában fennálló rendelkezés szerint).

A szülők iskolai végzettségének szerepéhez hasonlóan, először itt is a tanulmányi eredményesség pontszámokra való hatását igazolom. Az egyes médiumokon (egymástól függetlenül) a tanulók matematika jegye és félév végi eredményei erős korrelációt mutatnak a diákok (WLE) képességszintjével (28. táblázat).

Azonban a tanulók matematika és félév végi jegyei nem mutatnak kapcsolatot a médiumok közti pontszám különbségekben. Az eredmények általánosíthatóságát csökkenti, hogy egyes, kettes matematikajegyeket és/vagy félév végi jegyeket szerzők aránya nagyon alacsony a mintában (29. táblázat, 30. táblázat). A matematika jegyek szerepénél egyik esetben sem lehetett szignifikáns különbséget megállapítani, a félév végi jegyek esetében egyes, kettes, hármas osztályzatnál fordultak elő statisztikailag jelentős eltérések, de ezek közül csak a negyedik évfolyam hármas osztályzatánál áll rendelkezésre elegendő mintaelemszám. Azonban önmagában ez az egy megbízható eltérés azonban nem ad távolabbi következtetések levonására elegendő információt.

28. táblázat. Az iskolai sikeresség és a PP, illetve CB teszteken nyújtott teljesítmény kapcsolata

Évfolyam	PP		CB	
	r_{matek}	$r_{\text{tan. átl}}$	r_{matek}	$r_{\text{tan. átl}}$
3	0,88	0,80	0,88	0,74
4	0,89	0,78	0,89	0,86
5	0,89	0,73	0,89	0,77
6	0,88	0,87	0,89	0,79

29. táblázat. A PP és CB teszteken nyújtott teljesítmények azonossága a matematika jegyek függvényében

Félév végi matematika osztályzat		Évfolyam			
		3	4	5	6
1	N_{CB}	43	43	5	6
	N_{PP}	8	23	61	48
	t (p)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2	N_{CB}	223	316	38	131
	N_{PP}	78	434	787	802
	t (p)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
3	N_{CB}	510	709	291	719
	N_{PP}	197	898	1137	1074
	t (p)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

29. táblázat folytatása

4	N _{CB}	1067	1326	1198	1421
	N _{PP}	395	1220	1235	969
	t (p)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
5	N _{CB}	1411	1368	622	1273
	N _{PP}	420	1122	896	621
	t (p)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

30. táblázat. A PP és CB teszteken nyújtott teljesítmények azonossága a félév végi jegyek függvényében.

Félév végi tanulmányi eredmények kerekített átlaga		Évfolyam			
		3	4	5	6
1	N _{CB}	1	4	117	4
	N _{PP}	5	3	61	3
	t	n.s.	3,14**	n.s.	n.s.
2	N _{CB}	6	61	55	66
	N _{PP}	11	51	787	129
	t	2,33*	3,47**	n.s.	n.s.
3	N _{CB}	100	638	1013	417
	N _{PP}	101	477	1137	704
	t	n.s.	2,94**	n.s.	n.s.
4	N _{CB}	829	523	1362	1025
	N _{PP}	262	1205	1235	1351
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
5	N _{CB}	636	598	1085	438
	N _{PP}	378	1388	896	925
	t	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Megjegyzés: * p<0,05, ** p<0,01 szinten szignifikáns; n.s. nem szignifikáns.

A tanulók informatika képzése szerinti eredmények (H12)

A tanulók informatikai képzéséről csak a számítógép alapon dolgozó tanulók esetében volt információnk. Így nem összehasonlítható a két médium szempontjából, hogy van-e a különbségekre hatása annak, hogy a tanuló informatika órára vagy szakkörre jár. A H12 hipotézis azt feltételezi, hogy azok a tanulók, aki részt vesznek ilyen képzésben, azok eredményesebben teljesítenek az online tesztelésen, mint akiknek nincs lehetősége, vagy nem vesznek részt.

Az eredmények értelmezését megakadályozza, hogy a két részminta elemszáma nagy különbségeket mutat, illetve ez az eltérés átrendeződik harmadikról negyedik évfolyamra. Ez annak köszönhető, hogy negyedik évfolyamig nem tanulnak a diákok kötelező formában informatikát. Szignifikáns különbségek első, második, évfolyamon fordultak elő az

informatikát nem tanulók javára, azonban a fenti indokok miatt az eredmények következtetések levonására nem alkalmasak. A kiegyenlítettebb almintá elemszámokkal bíró harmadik, negyedik évfolyamon nem mutatkoztak különbségek, így erre a két évfolyamra kijelenthetjük, hogy nem befolyásolja a tanulók online teszten való eredményességét az, hogy az iskolában tanulnak-e vagy sem informatikát (31. táblázat).

31. táblázat. A tanulók online matematika teszten való eredményességének összehasonlítása aszerint, hogy tanultak-e informatikát az iskolában

Évfolyam	N _{info}	N _{n_info}	t (p)
1	349	2528	3,31 (<0,01)
2	565	2632	4,01 (<0,01)
3	1047	2484	-0,28 (0,78)
4	3073	885	1,52 (0,13)
5	3787	-	-
6	3481	-	-

4.1.5. A tesztelést követően a felügyelőktől, rendszergazdáktól begyűjtött kérdőívek eredményei

A 311 iskola összesen 1258 adatfelvételi időpontot biztosított, egy iskola átlagosan négyet. Ehhez az arányokhoz képest alacsony számú visszajelzésnek minősül az az 53 válasz, amit a tesztelést követően a mérésben résztvevő felügyelőktől, rendszergazdáktól gyűjtöttünk be (13. melléklet). Több esetben az egész iskolára vonatkozóan gyűjtötték össze a tapasztalatokat és nem egy-egy méréshez kapcsolódik egy válasz. Az általánosíthatóság korlátja, hogy korábbi tapasztalataink szerint nagyobb eséllyel jelez vissza azaz iskola, akinek valamilyen problémája adódott a tesztelés során. A nyíltvégű kérdésekre adott válaszokon tartalomelemzést végrehajtva különböző válaszkategóriákat állapítottunk meg, és a 32. táblázatban a hozzájuk tartozó gyakorisági értékeket tüntettük fel.

Hat kategóriát különböztettünk meg, amelyek a tesztelést megelőző előkészítési munkálatokra, az online teszt technikailag megfelelő működéskéességére, a tanulók számítógép használati jártasságára, megoldási stratégiájukra, teszteléshez fűződő attitűdjeikre vonatkoztak, ezek mellett többen fogalmaztak meg javaslatokat, ötleteket, hogyan lehetne fejleszteni az online méréseket a jövőben.

Az előkészületi munkálatokra vonatkozóan 12-en jelezték, hogy nem okozott számukra nehézséget azok véghezvitele, ezzel szemben 4-en írták, hogy sok időt vett igénybe, több munkatárs közreműködésére volt szükség, telefonon egyeztetni kellett a problémák megoldása ügyében. Ketten adtak arról visszajelzést, hogy nem csak problémák esetén lenne jó visszajelzést kapni az Excel fájlok eDia rendszerbe való feltöltéséről, hanem sikeres teljesítés esetén is. Kaptunk arra vonatkozóan észrevételt, hogy nagy időigénnyel bírt, hogy minden tanulónak létrehozzanak felhasználói profilt, hogy használhassák az iskolai gépeket. Egyéb esetben csak negyedik osztálytól kapnának jogot, mivel ezen évfolyamtól kezdődnek az

informatika órák. Megjegyzést érdemel az a probléma is, hogy az elemi iskolásoknak nem találták megfelelőnek az informatika terem ergonómiáját, a bútorzat kialakítása nehezítette, hogy a diákok kényelmesen tudják használni a számítógépeket.

Hatan írták, hogy a tesztelés közben probléma lépett fel az internet kapcsolattal, vagy a számítógéppel, így a tesztelés megszakadt. Négyen jelezték vissza, hogy több diákot is megzavart, hogy tesztelés közben a képekre kattintva piros pontok jelentek meg, és nem tudták értelmezni ennek a funkcióját. Heten számoltak be arról, hogy náluk semmilyen hiba nem történt, és zökkenőmentesen zajlott a tesztelés.

A tanulók számítógép-használati jártasságához kapcsolódó tapasztalatok megosztása során a visszajelzők számához képest sokan ($f_i=18$) jelezték, hogy problémát jelent a diákoknak a számítógép-használat, elsősorban az elsősöknek, másodikosoknak, másodszorban az alsósoknak. Többen párhuzamosan az előzővel jelezték, hogy a felsőbb osztályokon nem tapasztaltak hasonló problémákat. Hárman arról adtak számot, hogy a diákok között volt olyan, aki életében először használt számítógépet. Ehhez illeszkedően a diákok technológiai jártasságát négyen heterogénnek látják egy korosztályon belül is. Kilencen szélsőségesen fogalmaztak, és kijelentették, hogy az első két osztályban nem lehet véleményük szerint ilyen tesztelési formát alkalmazni a diákok járatlansága miatt, állandó segítséget igényeltek a tanulók. A problémák már a mérési azonosítók bevitelénél megjelentek ($f_i=10$), nehézséget jelentett a nyomtatott betűk billentyűkombinációt igénylő bevitele és a kötőjel beszúrása (A123-A123 formátumúak voltak a mérési azonosítók). A tanulóknak a karakterek bevitele, billentyűkombinációk használata ($f_i=30$); az egér kezelése ($f_i=4$), a görgetés okozott problémát ($f_i=15$). Kaptam visszajelzést arra vonatkozóan, hogy akik számítógépen szoktak matematika feladatokat megoldani, azok eredményesebben teljesítettek jelen mérésben is.

A diákok pozitív tesztelési motivációja gyakori ($f_i=30$) visszajelzés volt, nagy tanulói érdeklődésről, kíváncsiságról számoltak be a visszajelzők. A több korosztállyal is résztvevők közül hárman azt tapasztalták, hogy az alsósoknak nagyobb a tesztelési motivációja, mint a felsősöknek. Szintén hárman számoltak be arról, hogy a legkisebbeknél a tesztelési motiváció jelentősen lecsökkent, ha állandóan problémáik akadtak, segítséget kellett kérniük. Ketten jelezték, hogy az elsősök között volt olyan, aki félt a méréstől, az ismeretlen szituációtól. Voltak, akik külön megerősítették, hogy az online tesztelést komolyan vették a diákok. Ketten számoltak be arról, hogy a diákok kiemelték, hogy azért tetszett nekik jobban az online tesztelés, mert gépelve „tisztább” munkát adhattak be, könnyedén lehetett törölni, nem gyűrték össze a papírt stb. Ketten jelezték, hogy a diákoknak pozitív élmény volt, hogy azonnal kaptak visszajelzést a tesztelés végén, de hatan írták, hogy a tanulók nem tudták értelmezni a tesztelés végén megjelenő százaléktételeket. (A nyíltvégű kérdéseknek köszönhetően, egy tól-ig százalékot kaptak vissza tanulók.)

Egyes felügyelő tanárok megfigyelték a diákok online tesztelési stratégiáit, és azok alapján megfogalmazták, hogy szerintük többen siettek a teszt megoldásával ($f_i=10$); nem használták a jegyzetpapírokat ($f_i=6$); nem vették igénybe a visszalépés funkciót ($f_i=3$). Egy tanár megjegyezte, hogy a diákokat zavarta, hogy nem alkalmazhatták a szokásos megoldási stratégiájukat, aminek része a feladatban szereplő fontos adatok aláhúzása.

A kérdőívet kitöltők javaslatokat, ötleteket is megfogalmaztak az online teszteléssel kapcsolatban. Ezek közül leggyakrabban ($f_i=12$) azt emelték ki, hogy a diákok számára egyértelműbben kellene jelezni, hogy hány feladat van összesen, hányat oldottak meg ezek közül, és mennyi idejük van még hátra. Egy javaslat vonatkozott arra, hogy ne csak egyesével lehessen a feladatok közül választani, hanem listából ki lehessen választani tetszőleges feladatot. Annak ellenére, hogy küldtünk útmutatót a teszteléshez, hárman javasolták, hogy készüljön illusztrációkkal gazdagított mérésekhez tartozó információs füzet, brosúra. Hárman javasolták, hogy a fiatalabbakra való tekintettel a gyerekek világához közelebb álló „játékos” tesztfelületet alakítsunk ki. Szintén hárman javasolták, hogy az éles teszt megkezdése előtt legyenek próbafeladatok, amit együtt a felügyelővel közösen megbeszélhetnek, kielemezve a teszt működését. Ketten jelezték, hogy zavaró volt a hosszú weblink beírása a diákoknak. Erre ettől és egymástól is függetlenül két megoldási javaslat is érkezett: az egyik esetben a rendszergazda a weboldalra mutató linket helyezte el az operációs rendszer asztalán, a másik esetben tanfelügyeleti szoftver használatával indították el a böngészőket és töltötték be a mérésekhez szükséges weboldalt.

32. táblázat. A tesztelést követő mérésben résztvevők által kitöltött kérdőív eredménye

Válaszkategóriák	f_i
<i>Az előkészítési munkálatok</i>	
A mérés előkészítése nem okozott problémát.	12
Az előkészületek sok időt vettek igénybe.	4
A tanulóknak létre kellett hozni a gépek használatához.	1
Sok osztály vett részt, ezért az informatika terem használatának megszervezése nehézkes volt.	1
Hiányolták a visszajelzést a mérési azonosító felvitelének sikerességéről.	2
Az informatikatermek bútorzata nem megfelelő az elemi iskolásoknak.	1
<i>Az online teszt technikai működésképesége</i>	
A számítógép tesztmegoldás közben lelassult, lefagyott.	6
A képeken való kattintásra piros pontok jelentek meg és ez zavart okozott.	4
A tesztprogram működése hibamentes volt.	7
<i>A tanulók számítógép használati jártasságához kapcsolódó tapasztalatok</i>	
Az alsó tagozatos tanulóknak nehézséget jelentett a mérési azonosítók bevitele.	10
Az első, második osztályosok nehezen kezelik a számítógépet, állandó segítséget igényeltek.	18
Az alsó tagozatosok nehezen kezelik a számítógépet.	6
Nem alkalmas első, második osztályoknál a számítógép alapú mérés, állandó segítséget igényeltek a tanulók.	9

32. táblázat folytatása

Nem találták a jeleket a klaviatúrán, gondot okozott billentyűkombinációk használata.	30
Problémák adódtak a görgetéssel.	15
Problémát okozott az egér használata.	4
Volt olyan diák aki, először ült számítógépnél.	3
Nagy különbséget láttak a tanulók technológiai jártasságában.	4
Az online tesztekben gyakorlottak eredményesebbek voltak.	1
<i>A tanulók teszteléshez fűződő attitűdje</i>	
Motiváltak, érdeklődőek voltak a diákok.	34
Felsősök kevésbé voltak motiváltak, mint az alsósok.	3
Az elemi iskolások motivációt veszítettek, ha állandóan kezelési problémákba ütköztek.	3
Volt olyan elsős, aki félt a helyzettől.	2
Fegyelmezetten dolgoztak.	3
Megfelelőbbnek tartották a diákok a számítógépes környezetet.	2
Pozitív volt számukra az azonnali visszajelzés.	2
Többen nem tudták értelmezni a visszajelzésben szereplő információkat.	6
<i>A tanulók online tesztelés közben mutatott megoldási stratégiája</i>	
Nem használták a jegyzetpapírokat.	10
Siettek a tesztmegoldással.	6
Nem használták a visszalépés funkciót.	3
Zavarta őket, hogy nem húzhatták alá a feladatban a fontos adatokat.	1
<i>Javaslatok</i>	
Konkrétabb jelölés arra vonatkozóan, hogy hány feladatot oldott meg a tanuló, mennyi az összfeladatszám, és mennyi ideje van még hátra.	12
Listából választva is lehessen navigálni a feladatok között.	1
Részletesebb, illusztrációkkal ellátott felhasználói útmutató a mérésben résztvevő felügyelőknek.	3
Játékosabb tesztfelület kialakítás.	3
Legyenek próbafeladatok.	3
Weboldal cím legyen egyszerűbb.	2
Érdemes parancsikont készíteni a weboldal eléréséhez.	1
Tanfelügyeleti szoftverrel oldották meg a tesztoldal betöltését.	1

4.2. A kutatás eredményeinek értelmezése a hipotézisek tükrében

Jelen fejezetben a 4.1. részben rögzített kutatási eredmények értelmezésére kerül sor a felállított hipotézisek sorrendjében. Az adott hipotézis kapcsán bemutatom a kapcsolódó eredményeket, párhuzamot vonok az elméleti keretben megfogalmazott állításokkal, a korábbi kutatások eredményeivel. Ítéletet alkotok a hipotézisek megtartásáról, elvetéséről avagy pontosítom azokat. Következtéseket vonok le ezek alapján, keresem a háttérben lévő okokat, magyarázatokat. A fejezet végén a kutatás céljaira reflektálva történik meg a fejezet összegzése.

4.2.1. Általános irányú hipotézisek vizsgálata

Megbízhatóságra vonatkozóan:

H1: Az online matematika tesztek belső konzisztenciája megfelelő.

Eredmény: igazolást nyert.

Az online tesztek belső konzisztenciája minden évfolyamon, minden tesztváltozat esetében megfelelő volt, a Cronbach- α mutatók 0,8-nál nagyobb értéket vettek fel. A mutatókból képzett átlagok pedig 0,9 körüli értékek, ami arra enged következtetni, hogy egy konstruktum mérése valósult meg. Ezt erősítik a Rasch-modell által meghatározott személyszeparációs (EAP\PV) megbízhatósági mutatók is. Az összes évfolyamot nézve, minden EAP\PV mutató nagyobb értéket vett fel, mint 0,85.

A mutatók között évfolyamonként nem figyelhető meg tendencia, a legkisebbek esetén is kiválóak az értékek. Ez alpillérét adja annak a kijelentésnek, hogy az online tesztelés megbízhatóan alkalmazható az iskolába lépéstől kezdődően már 6-7 éves kortól is. Az eredmények összecsengenek a korábbi hazai kutatások megbízhatósági értékeivel: 1-6. évfolyamra: Kinyó (2014); 1 és 2. évfolyamra: Molnár, R. Tóth és Csapó (2010); 2. évfolyamra: R. Tóth és Molnár (2010); 3-8. évfolyamra: Nagy (2014); 4-6. évfolyamra: R. Tóth (2014); 5. évfolyamra: Csapó és mtsai (2009); 6. évfolyamra: Molnár (2010) tanulmányok mutatnak megfelelő vagy kiváló reliabilitási értékeket.

Papír és számítógép alapú teszteredmények átlagos különbségeire vonatkozóan:

H2a: Az átlagos eltérések szintjén nincsenek szignifikáns különbségek a két médiumon elért eredmények között.

Eredmény: igazolást nyert.

A disszertáció kutatásában egyik évfolyamon sem volt kimutatható szignifikáns teljesítménybeli különbség a papír, valamint a számítógépen megoldott tesztek vonatkozásában. A számítógép és papír alapon meghatározott itemnehézségi értékek átlaga minden évfolyam esetén matematikailag azonosnak bizonyult.

A nemzetközi útmutatásoknak (AERA, APA és NCME, 2014; ITC, 2006), és a korábban idézett tanulmányoknak (pl.: Pommerich, 2004; Wilhelm és Schroeders, 2008) megfelelően ez az eredmény nem alkalmas arra, hogy teljeskörű egyenértékűséget állapítson meg a két médiumra vonatkozóan. Kritikaként került rögzítésére, hogy azok a tanulmányok, amelyek

mindösszesen az átlagok összehasonlítására koncentrálnak, felelőtlenül vonnak le következtetéseket, nem elegendők önmagukban ezek az eredmények egy végleges ítélet megalkotásához a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlításra vonatkozóan. Az ilyen elemzések feltételezik, hogy a tesztmédián belüli és a tesztmédiák közötti variancia ugyanaz, ilyen módon mellőzve és figyelmen kívül hagyva variancia-kovariancia struktúrákat. Az itemek és az egyedek csoportjainál lehetnek olyan különbségek, amelyeket az átlagok összevetése nem mutat ki (*Wilhelm és Schroeders, 2008*).

Ezek az eredmények ugyanakkor a különbségek nagyságát behatárolják, valamint jellemzik, hogy az átlagok nem térnek el szignifikánsan egymástól. Ez azt jelenti, hogy a tesztelték és az itemek többségénél az eredmények megfeleltethetők egymásnak, a médiahatás kezelhető mértékű. A kutatás megerősíti azokat a matematikára vonatkozó tanulmányokat, amelyek az átlagok szintjén azonosnak ítélték meg a két tesztkörnyezetet: *Wang, Young és Brooks (2004)*, *Poggio és mtsai (2005)*, *Johnson és Green (2006)*, *Way, Davis és Fitzpatrick (2006)*, *Oregon Department of Education (2007)*, *Puhan, Boughton és Kim (2007)*.

Papír és számítógép alapú teszteredmények átlagos különbségeire vonatkozóan:

H2b: A két médium közötti eltérések a minta és az itemek paramétereinek függvényében meghatározottak.

Eredmény: igazolást nyert.

Az egyes médiumokon kiszámolt itemnehézségi értékek korrelációs értékeinek évfolyamonkénti összehasonlítása, illetve az alábbiakban bemutatásra kerülő itemparaméterekre és mintajellemzőkre vonatkozó vizsgálatok azt igazolták, hogy a két médium közötti különbségek azonosíthatóak. A korrelációs értékek különbségeinek megfelelően mind a minta, mind az itemeknél jelentkező különbségek elsődlegesen és jelentékenyen az első három évfolyam esetén fordultak elő. A tapasztalt eltérések a két (hipotézisben szereplő) fő dimenzió mentén szisztematikusak, így leírhatóak azon minta és item jellemzők, amelyeknél médiahatás tapasztalható. A médiahatás természetéről elmondható, hogy amennyiben jelentkezik bizonyos feltételek teljesülésekor, együttállásakor, akkor elsősorban a számítógép alapon dolgozókat éri hátrány.

A technikai jellemzők mentén a kutatás során nem nyílt lehetőség vizsgálatokat folytatni, nem rendelkezünk erre a paraméterre vonatkozó adatokkal. A teszt kialakítását, megszerkesztését igyekeztünk úgy véghezvinni a nemzetközi iránymutatásoknak megfelelően, hogy az online tesztnek minimális legyen a hardver, szoftver igénye, illetve azonosan jelenhessenek meg a különböző konfigurációkon. Megadtuk a mérési koordinátoroknak, hogy milyen infrastrukturális jellemzők szükségesek a tesztek elvégzéséhez, de egyetlen egy esetben sem kaptunk visszajelzést arra vonatkozóan, hogy a gépeik nem felelnek meg a feltételeknek, vissza kell lépniük a részvételtől. A kérdéses pontot a monitorok felbontása jelenthette 2011-ben. *Tóth, Molnár és Csapó (2011)* hazai iskolák IKT eszköz ellátottságára vonatkozó kutatásuk alapján tudjuk, hogy magas számmal fordultak elő az iskolákban a 640*480-as felbontású monitorok. Az ilyen gyenge felbontással rendelkező monitorok esetében két médiahatással bíró jelenség is keletkezhet. Egyrészt negatívan befolyásolhatja az olvashatóságot (*Powers és Potenza, 1996; Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003; Leeson, 2006*), másrészt görgetnie

kell a diáknak az oldalt, adott esetben nemcsak azért, hogy feldolgozhassa a feladathoz tartozó összes információt, hanem ahhoz, hogy a következő feladatra navigálhasson az oldal alján elhelyezkedő gomb segítségével. A görgetésről is egyértelmű megállapítást nyert, hogy károsan befolyásolhatja az eredményeket (*Bridgeman, Lennon és Jackenthal, 2003; Leeson, 2006*).

A fentiek alapján a hipotézis kiegészítést kíván, és a jelentkező különbségek megállapításához a minta és item paraméterek mellett az infrastrukturális jellemzők vizsgálatát is szükségesnek ítélem a szakirodalommal egyezően (*CTB/McGraw-Hill, 2003*).

4.2.2. Az itemek tulajdonságaira vonatkozó hipotézisek vizsgálata

A feladatok típusával kapcsolatban:

H3a: Zárt végű itemtípusoknál a diákok számítógépen teljesítenek jobban.

Eredmény: A zárt végű itemtípusok közül az alternatív választás típusú feladatokra igaz a hipotézis, első, második és harmadik évfolyamon.

A H3a hipotézis megfogalmazása túl általánosnak bizonyult, nem a zárt főtípusnál jelentkeztek az eltérések, hanem azon belül az alternatív választás altípusnál, és nem minden évfolyamon, hanem csak azoknál, amelyeknél nagyobbak voltak az átlagos eltérések, azaz az első három osztály esetében. Ezt megerősítették a tipikusan azonosan, illetve eltérően viselkedő itemek tulajdonságainak összehasonlítását célzó vizsgálatok is. A zárt feladattípuson belül három főtípust találunk: választás, hozzárendelés, rendezés (17. táblázat). Az egyes főtípusok közül a választás esetében állt a legtöbb item rendelkezésre a vizsgálatokhoz. Az alternatív választás és a sokat kutatott feleletválasztás típusból egyaránt több, mint 160, illetve 110 item működését lehetett elemezni. A többi feladattípus esetében 40 alatti a vizsgált itemek száma, a relációválasztásnál rendelkezésre álló 5 darab item nem alkalmas az általánosításra. A feleletválasztás típus esetében *Kingston (2009)* csak ilyen feladattípust elemző 81 tanulmányt felhasználó meta-analízisének, és a szintén kizárólag ezt a feladattípust alkalmazó matematikára vonatkozó *Wang, Young és Brooks (2004)*, *Johnson és Green (2006)*, *Oregon Department of Education (2007)*, *Puhan, Boughton és Kim (2007)* eredményei igazolódtak, azaz nem jelentkezett médiahatás.

A hipotézisállítás egyik pillére volt, hogy a diákok azért érnek el jobb eredményt a számítógépen, mert bátrabban mernek próbálkozni, tippelni a válaszokra ebben a tesztkörnyezetben. Ez teljes egészében a zárt végű feladatokra nem igazolódott, de az alternatív választás altípusra igen, az első három évfolyam esetében. Ennél a feladattípusnál két válaszopció közül kell választani, tehát a próbálkozási ingert legjobban ez a típus erősíti, mivel nagy az esély a helyes válaszadásra. Ez a hatás számítógépen dolgozóknál szignifikánsan erősebben jelentkezett a papíron dolgozókhöz képest, az elektronikus médiumon teljesítők átlagosan 15%-kal több választ adtak az alternatív választás típusú feladatnál. Ez egybeesik *Mazzeo és Harvey (1988)*, *Csapó és mtsai, (2009)*, *Johnson és Green (2006)* kutatásainak eredményeivel, ahol sokkal gyakoribbnak találták a válaszadási próbálkozások arányát számítógépen. Utóbbiak magyarázatként *William (1999)*-et idézik, aki szerint a korábbi tapasztalatok, meghatározóak lehetnek a számítógéppel való tesztelés során. Pontosabban a számítógépes játékok mechanizmusa „*have a go and start again*” (menjél és próbálkozz újra) alakíthat ki egy ilyen attitűdöt a tanulóknál a szerzőpáros feltételezése szerint.

Kevésbé érzik magukat a diákok fenyegetett tesztkörnyezetben, tisztában vannak azzal is, hogy a pedagógus nem fogja szembesíteni őket az eredményeikkel.

Kijelenthetjük, a tanulók más válaszadási stratégiát alkalmaznak az alternatív választás típusú feladatoknál, ami pontszámok tekintetében eredményesebb, a papír alapú médiummal összehasonlítva jelentős különbségeket eredményez. Ennek következménye, hogy olyan teszt alkalmazása, amely kizárólag ezt a feladat típust alkalmazná, feltehetőleg nem tenné lehetővé a két tesztkörnyezetben elért eredmények összehasonlítását, szignifikánsan eltérne egymástól. Azonban a papír alapú tesztszerkesztés irányelvei között (*Haladyna és Rodriguez, 2013*) is megtaláljuk, hogy a jó teszt egyik jellemzője, a változatos feladattípusok alkalmazása, amely több megoldási stratégia, kognitív művelet felhasználását kívánja meg. Ezt az elvet alkalmazva a számítógép alapú tesztelésre az előbbi pozitívum, kritérium mellett az eredmények jobb összehasonlíthatóságát is szolgálhatja a változatos feladattípusok alkalmazása.

A feladatok típusával kapcsolatban:

H3b: A papír alapú módszer könnyebbnek bizonyul a tanulók számára nyílt végű szövegalkotó feladatoknál.

Eredmény: Elvetésre került.

A nyíltvégű feladatok viselkedéséről kevés információ állt rendelkezésre, de a technológiai jártasság szerepe, azon belül a gépelés kihívása ennél a feladattípusnál feltételezte (*Russell, 1999*), hogy hatással tud lenni a tesztmédium megváltozása. A nyíltvégű feladattípuson belül a kiegészítés és teljes válasz fő típusokra elegendő item állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz. Az altípusait tekintve a szöveg, illetve kép szöveggel való kiegészítése típusból kevesebb állt rendelkezésre. A nyíltvégű feladatok alkalmazásának vizsgálatánál korlátot jelentett, hogy a kiegészítés\kép-kép, szöveg-képpel; teljes válasz\kép, kép és szöveg (17. táblázat) feladattípusokat nem lehetett megvizsgálni. Ezeknél a feladatoknál a tanulóknak rajzolnia kell, ami merőben más, hogy azt eger használatával kell helyettesíteni, illetve a feladatok olyan változtatást igényeltek volna, amelyek már nem tekinthetők az eredetivel azonosnak.

A rendelkezésre álló típusok tekintetében a hipotézissel ellentétben egyik évfolyamon egyik típusnál sem jelentkezett szignifikáns eltérés. További értelmezést a kérdéshez szorosan kapcsolódó, a feladat által igényelt válaszhossza (H6a) hipotézissel együtt végzem el.

A feladatok belső tartalmi jellemzőivel és a megoldáshoz szükséges tudáselemekkel kapcsolatban:

H4a: A különbségek mértékét befolyásolhatja a feladatok tartalmi dimenziója.

Eredmény: Kizárólag hatodik évfolyamon a statisztika tartalommal bíró feladatoknál volt matematikailag kimutatható különbség.

A hipotézis részletes vizsgálatát segítette *Csikos és Csapó (2011)*, valamint *Vidákovich (2012)* részletesen kidolgozott feladatparaméter rendszere, amely lehetővé tette az itemek teljeskörű elemzésének megfelelő elméleti alapját. Az elemzések megbízhatóságát, általánosíthatóságát biztosítja, hogy a tartalmi elemeket tekintve a négy fő kategóriában: 1. számok, műveletek,

algebra; 2. relációk, függvények; 3. geometria; 4. kombinatorika, valószínűségszámítás, statisztika elegendő itemszám (>130) állt rendelkezésre az elemzésekhez (14. táblázat). Négy alkategória esetében (ábrázolás Descartes-féle koordináta-rendszerben; geometriai transzformációk; geometriai konstruálások, valószínűség számítás) azonban csak kevesebb (<12) itemet lehetett megvizsgálni. A geometriai feladatok két altípusának kiesését a rajzolás nem megvalósíthatósága okozta. A feladatok kontextusát tekintve kiegyenlített volt az egyes altípusokban elérhető itemek száma (15. táblázat).

A fent leírt feltételek összességében részletes, mély elemzést tettek lehetővé, ugyanakkor az eredmények rávilágítottak, hogy a két tesztmédiumon elért pontszámok különbségében a feladatok tartalmi, kontextusbeli paraméterei nem meghatározóak. A többszemponos varianciaanalízisek az első öt évfolyamon nem mutatattak szignifikáns eltérést. A részletesebb t-próbával végrehajtott összehasonlítások eredményei szerint, a hatodik évfolyamon megjelenő statisztikai feladatok esetében mutatkozott szignifikáns eltérés a papír alapú médium javára.

Az eredmények értelmezéséhez kiválasztottunk egy hatodik évfolyamon kiköszvetített statisztikai feladatot, amely problémát okozott a számítógépen dolgozó diákok számára (38. ábra).

Képezz háromjegyű számokat az 1, 2, 3 számjegyek felhasználásával!

a) Hány számot tudsz felírni, ha egy számjegyet csak egyszer használhatsz fel?

b) Hány lesz közülük páros?

c) Hány lesz közülük 3-mal osztható?

d) Hány lesz közülük 4-gyel osztható?

e) Hány számot tudsz akkor felírni, ha egy számjegy többször is felhasználható?

38. ábra

Szignifikáns eltérést mutató statisztikai feladat hatodik évfolyamon

A feladat megoldása során a tanulóknak háromjegyű számokat kell képezni az 1,2,3 számjegyek felhasználásával. A válaszadásnak nem része, hogy ezeket sorolja fel a diák, csak arra kérdez rá a feladat, hogy összesen mennyi képezhető, ebből mennyi a páros, 3-mal, 4-gyel osztható, hány darab szám keletkezik, ha egy számjegyet többször is felhasználhatunk a megoldás során. A feladat megoldása tipikusan igényli a jegyzetelés lehetőségét, a próbálkozásokat, a variációk felírását (még akkor is, ha nem csak ilyen módon oldható meg a példa). *Johnson és Green* (2006) eredményei alapján a diákok számítógépen kevesebbet jegyzetelnek, több műveletet végeznek el fejben, amely több hibalehetőséget tartalmaz a papír alapú megoldással szemben. A szerzők megállapítása szerint, ha egy feladat már papíron rendelkezésre áll, akkor a diák nem gondolkodik azon, hogy leírja, számolást végezzen rajta, hanem automatikusan elvégzi azt. A szerzők ezt párhuzamba vonják a feladatmegoldási tapasztalatokkal is. Amíg a tanulóknak papír

alapon van gyakorlatuk, azaz kialakult megoldási stratégiájuk, addig számítógépen nincs rögzült szokásuk, tapasztalatuk, és egy ilyen helyzetben könnyedén rossz megoldást választanak, és nem használják a jegyzetpapírt. Ez megegyezik a tesztelést felügyelők tapasztalataival is, akik szerint a diákok egyáltalán nem, vagy csak nagyon ritkán használták a jegyzetpapírokat, annak ellenére is, hogy figyelmeztették őket erre a lehetőségre.

Az azonosan, illetve eltérően viselkedő itemek tulajdonságainak összehasonlításakor a kombinatorikai tartalmú feladatok bizonyultak médiahatást jellemző tulajdonságnak. A kombinatorikai tartalmú feladatok megoldásához hasonlóan az előzőekben leírtakhoz jellemzően próbálkozások szükségesek, jegyzetpapír használat, ami feltételezhetően elmaradt a diákok részéről, így kevésbé teljesítettek eredményesen. A kombinatorikai tartalmú feladatra a 39. ábra mutat példát, amely jól példázza, hogy a feladatmegoldásához próbálkozások szükségesek.



39. ábra

Példa kombinatorikai tartalmat igénylő eltérően viselkedő feladatra

Nem ismerünk olyan kutatást, amely a feladatok tartalmára, kontextusára vonatkozóan több területet szisztematikusan vizsgált volna. Egyedül Greenwoodot és munkatársai (2000) munkájára lehet hivatkozni, akik azt állapították meg a tartalmi elemekre vonatkozóan 12 és 14 évesek vizsgálva, hogy a térbeli tudatosságot (*spatial awareness*) és nagymotoros készséget (*gross motor skills*) igénylő feladatoknál jelentkezett eltérés. Ezeket a típusokat nem lehet beilleszteni az általunk használt tartalmi rendszerbe (Csíkos és Csapó, 2011; Vidákovich, 2012), így sem párhuzamot, sem ellentétet nem lehet vonni ezekkel az eredményekkel.

A feladatok belső tartalmi jellemzőivel és a megoldáshoz szükséges tudáselemekkel kapcsolatban:

H4b: A magasabb szintű gondolkodási műveleteket igénylő feladatok papír alapon jobban teljesítenek.

Eredmény: Igazolást nyert, ezenkívül a permutálást igénylő feladatoknál jelentkezett még szignifikáns különbség a papír alapú médium javára.


A feladatok megoldásához szükséges pszichikus struktúrákkal kapcsolatosan az előző következtetéshez hasonlóan Johnson és Green (2006), valamint Hülber (2012) eredményei alapján feltételeztük, hogy a magasabb szintű gondolkodási műveleteket igénylő feladatok fognak gondot okozni a diákoknak, mivel vagy nem használnak jegyzetpapírt, vagy problémát fog jelenteni nekik a két médium összeegyeztetése. A matematikailag azonosan, illetve


különbözően viselkedő itemek összehasonlításakor igazolódott, hogy a magasabb szintű gondolkodási műveleteknél a diákoknak nagyobb kihívást jelent számítógépen, mint papír alapon (37. ábra). Az alkalmazási és szaktudományi dimenzióban értelmezett magasabb szintű műveletek mellett, a gondolkodási dimenzióhoz tartozó permutálás műveletnél jelentkezett ugyanilyen eltérés. A gondolkodási dimenziónál 4 fő kategóriát különböztetünk meg: 1. rendszerező képesség, 2. kombinatív képesség, 3. deduktív gondolkodás és 4. induktív gondolkodás (16. táblázat). A négy fő kategóriát tekintve elegendő item állt rendelkezésre a vizsgálatokhoz, de az azon belüli altípusok nem mindegyikénél lehetett összehasonlító elemzéseket készíteni. 1.5 sorképzés, 2.2 variálás, 2.4 összes részhalmaz képzése altípusból egy item sem képezhetette vizsgálatok tárgyát, de 1.2 halmazképzés, 2.5 Descartes-szorzat képzése, 3.2 következtetések, 4.2 átkódolás, 4.3 analógia képzése altípusú itemekből is csak tíznél kevesebb állt rendelkezésre. A kombinatív képességekhez kapcsolódó permutáció alatt egy halmaz elemeinek meghatározott átrendezését vagy sorbarendezését értjük. A különbségek megértéséhez a 40. ábrán található permutációs feladatot mutatjuk be.


Alex különböző sorrendben adta össze ezeket a számokat:


$$43 + 29 + 27$$


Próbáld meg te is! Írd rá a számokat az üres kártyákra! Keresd meg az összes lehetőséget! (Több üres kártya van, mint amire szükséged lesz.)




















Add össze a három számot! Mennyi lett a végeredmény? Írd ide!

Jelöld be azokat a számhármassokat, ahogy célszerű csoportosítani az összeadást! (Ha két számot összeadsz, kerek tízeseket kapsz.)

Előző
Következő

40. ábra

Szignifikáns eltérést mutató, permutálást igénylő feladat

A feladatban három különböző szám összeadását kell felírni a lehetséges összes módon. Ez a feladat, és általában a magasabb szintű műveleteket igénylő feladatok is olyan típusúak, amelyek jobban igénylik a papírra jegyzetelést, a próbálkozások rögzítését, rajzolást a papíron, az adatok szabad elhelyezését, egyéni rendszer felvázolását. Összességében hasonló problémák jelentkezhetnek, mint a statisztikai, kombinatorikai tartalmú feladatoknál. Szintén *Johnson és Green* (2006) alapján feltételezhető, hogy problémát jelenthet jegyzet használata esetén is az adatok számítógépről papírra, és/vagy papírról számítógépre történő másolása. A kutatásukban részt vevő tanulók jelezték, hogy szeretik, ha közel van egymáshoz a kérdés és az, amin

dolgoznak, nem kell a problémáról levenniük a szemüket. Szélsőséges esetet is leírnak, amikor egy-két tanuló esetében azt tapasztalták, hogy egyáltalán nem tudták összeegyeztetni a két médiumot. Feltételeztük, hasonló hatások érvényesülhettek jelen adatfelvétel során is.

A feladatokhoz tartozó információkkal kapcsolatban:

H5a: A feladatoknál megjelenő szöveges információ mennyisége (karakterszám) együtt jár a médiahatás nagyságával.

Eredmény: Cáfolásra került.

A hipotézisek megalkotásánál koncepcionális feltételezést jelentett, hogy az információk érzékelése az eltérő médium következtében megváltozik, így azok feldolgozása, annak sikeressége is eltérhet az információk egyes paramétereinek következtében. A különböző paraméterek közül az első hipotézis az információ mennyiségére vonatkozott, és feltételezte, hogy az információk mennyisége befolyással lehet a médiahatásra.

Az első három évfolyam esetén valóban kapcsolat van a feladatokon való eredményes teljesítés, és a hozzájuk tartozó információ mennyisége között. Első évfolyamon 0,5, második és harmadik évfolyamon 0,25 körüliek a korrelációs értékek a feladathoz tartozó karakterszám, és a feladatok nehézsége között. Azonban hasonlóan a válaszadáshoz szükséges karakterszámok befolyásoló erejénél, ebben az esetben is papír alapon a számítógéppel megegyező mintázat figyelhető meg. Matematikailag tehát azonos módon befolyásolja az első három évfolyamon a karakterszám a teljesítést mindkét médiumon, negyedik osztálytól kezdve pedig nincs hatással az eredményességre az információ mennyisége.

Feltehetőleg addig, amíg a biztos szövegértő olvasás pár soros szövegű feladatok esetén nem alakul ki, befolyásolja a diákok matematika feladatokon való teljesítését is. Azonban az, hogy az információt papírról vagy számítógépről kell feldolgozni, kisebb vagy nagyobb mennyiségű, nem jelent különbséget.

Nem ismerünk olyan kutatást, amely a feldolgozandó információ mennyisége szempontjából vizsgálta volna a két médiumot.

A feladatokhoz tartozó információkkal kapcsolatban:

H5b: A grafikus elemeket használó itemek számítógép alapon eredményesebbek.

Eredmény: Első évfolyamon igazolt a hipotézis.

Az információk mennyisége mellett az információk típusa is a vizsgálatok tárgyát képezte. A szakirodalom feldolgozása alapján (pl.: Jacko, Sears és Borella, 2000) feltételezhető volt, hogy a grafikus elemekkel rendelkező feladatok másképpen viselkednek a tesztkörnyezet függvényében. Ez a feltételezés első évfolyamon bizonyult helytállónak. Azok az itemek, amelyek valamilyen grafikus elemmel rendelkeztek, függetlenül attól, hogy a megoldáshoz szükségesek voltak, vagy csak illusztratív szerepet tölthettek be számítógépen, szignifikánsan eredményesebben viselkedtek, mint papír alapon. A tipikusan azonosan, illetve eltérően viselkedő itemek tulajdonságainak összehasonlítását célzó vizsgálatok az első évfolyam mellett a második évfolyamon is igazolták a hipotézist.

Az eredmények alátámasztják *Richardson* és *mtsai* (2002), illetve *Hülber* (2012) tanulmányait, akik ezzel azonos eredményeket állapítottak meg. A háttérben lévő okokra a szerzők számítógépen való szebb megjeleníthetőséget, élethűbb ábrázolást fogalmazzák meg, ami feltehetőleg nagyobb figyelmet vált ki, több időt szánnak a diákok a feldolgozásukra, így jobban értelmezve oldják meg az ilyen feladatokat. Empirikus kutatások alapján igazolt, hogy az agy működésénél fogva jobban dolgozza fel és raktározza a multimédiás forrásokat (*Gyarmathy*, 2012). Szintén hozzájárulhat az eredményesebb teljesítéshez a nagyobb motiváció, amit a képek válthatnak ki. Feltehetőleg a papír alapú tesztek kinyomtatása fekete-fehérben történt, mivel a feladatok megoldását tekintve az egyes színeknek nincs funkciójuk, illetve a színes nyomtatás rendkívül költséges. Ez alapján egyértelmű, hogy a színes képek nagyobb figyelmet váltanak ki, mint a fekete-fehérek. A jelenség érzékeltetéséhez egy elsős feladat részletét mutatom be színesben számítógépen (41. ábra), és fekete-fehérben papír alapon (42. ábra).

Figyeld a fiókokat!

paprika	bors	vegeta
kömény	kávé	kakaó
cukor	liszt	só

Válassz a szavak közül: alatt, fölött, mellett!
A megfelelővel **egészítsd ki** a mondatot!

a) A kömény a kávé van.

41. ábra

Egy feladatnak a kivitelezése színesben számítógép alapon (részlet)

Figyeld a fiókokat!

paprika	bors	vegeta
kömény	kávé	kakaó
cukor	liszt	só

Válassz a szavak közül: alatt, fölött, mellett!
A megfelelővel **egészítsd ki** a mondatot!

a) A kömény a kávé van.

42. ábra

Ugyannak a feladatnak a kivitelezése fekete-fehérben papír alapon (részlet)

A feladatokhoz tartozó információkkal kapcsolatban:

H5c: Táblázatok alkalmazása nem befolyásolja a médiahatást.

Eredmény: Igazolást nyert.

Az információk következő vizsgált típusát a táblázatok jelentették. Az erre vonatkozó tanulmányok azt sejtették, hogy nem fogja a tanulók eredményességét befolyásolni az, hogy elektronikus felületen, vagy papíron kell a táblázatokat kiegészíteni, felhasználni a megoldáshoz. Jelen kutatás is ezzel egyező eredményeket állapított meg. A médiumok közötti különbségekben egyik évfolyamon sem játszott statisztikailag meghatározó szerepet a táblázatok alkalmazása.

Ez megerősíti *Hódi és R. Tóth* (2009) 6. évfolyamos tanulókra vonatkozó papír-ceruza és számítógépes környezetben folytatott szövegértési vizsgálatait, illetve *Hülber* (2012) matematika területén megegyező korosztályban történt kutatásával. Feltehetőleg ebben az esetben nem kell a tanulóknak a figyelmét megosztani, az információfeldolgozás, a feladatmegoldás és a feladatmegoldó tevékenység is egy helyen történik. Problémát az okozhatja, ha a táblázat nagyméretű lenne, és nem férne el egy képernyő oldalon, görgetni kellene az oldalt, ezáltal nagyobb koncentrációt, memorizálási folyamatokat igényelne a feladat.

A feladatokhoz tartozó információkkal kapcsolatban:

H5d: Az információk elrendezési módja nincs hatással a két tesztkörnyezet közötti különbségekre.

Eredmény: Igazolást nyert.

Az információk elrendezési módjára vonatkozóan nem ismertünk kutatást. Az információk feldolgozásának különbségén elindulva azonban jogos kérdésnek tekintettük, hogy a több szemmozgást, pozicionálást igénylő feladatok működését megvizsgáljuk. Az eredmények alapján ez a változó nem tűnik prediktív erejűnek a médiahatás szempontjából. Azaz a tanulók ugyanolyan sikerességgel dolgozzák fel a feladatok szövegeit, ha az információk egy egységet alkotnak, és lineáris feldolgozást igényeltek, több részből állnak, nem folyamatos szöveget képeztek, vagy szöveges és grafikus elemek feldolgozását egyszerre kívánták meg.

Az eredmények értelmezéséhez hozzátartozik, hogy a szövegértési feladatoknál vizsgált folyamatos, nem folyamatos szövegek feldolgozásával ellentétben matematika területén kisebb szövegmenyiségek képezték a vizsgálat tárgyát, mind lineáris, mind több részből álló szövegek esetében. Ezért a párhuzam vonását, a jelentősebb eltérések miatt nem tartom indokoltnak a szövegértés kutatásainak eredményeivel.

A feladat által igényelt válaszok jellemzőivel kapcsolatban:

H6a: A feladat által igényelt válasz hossza korrelál a számítógépen való eredményességgel.

Eredmény: Cáfolásra került.

A hipotézis erősen kapcsolódik, a H3b hipotézishez, amely a nyíltvégű feladatokat feltételezte nehezebbnek számítógépen. Ez tulajdonképpen jelen hipotézisre alapul, mivel a nyíltvégű feladatok minden egyes esetben a billentyűzet használatától függnék, technológiai jártasságot hipotetizálnak.

A feltételezés azon része helytálló volt, hogy a diákoknak a karakterek bevitele az első négy évfolyam esetében korrelál az eredményességgel, de a korrelációs együtthatók nem különböztek szignifikánsan egymástól. A válaszadásnak a nehézsége egymással azonos módon évfolyamról évfolyamra csökken, ötödik osztályra teljes mértékben megszűnik, és nem mutat kapcsolatot a feladat nehézsége a feladatra adandó válasz hosszával. A papír alapú tesztelés korlátainál fogva azt azonban nem tudjuk összehasonlítani, hogy a válaszadás, a karakterek begépelése és leírása azonos időt vett-e igénybe. A kérdőív visszajelzéseiből tudjuk, hogy a tanulók keresgették a billentyűket, de ez önmagában nem elegendő információ. A szignifikánsan eltérően viselkedő itemek közös jellemzői között szerepel a nyíltvégű, teljes válasz feladattípus, ugyanakkor ez elsősorban tartalmi, és az igényelt pszichikus gondolkodási műveleteknek tudhatók be, lásd az erre vonatkozó eredményeket.

A kutatás ezen eredményei kiemeltek, mivel a szövegalkotó feladatok alkalmazása ritka számítógép alapú tesztelésnél, pedig az eredmények legitimizálják az elektronikus használatukat is. Ugyan a teljesítésről való visszajelzés azonnali rendelkezésre állása hosszabb szövegű nyíltvégű feladatok alkalmazásával elveszhet, viszont több kognitív művelet működésének értékelésére nyílik lehetőség. Továbbá a szövegalkotó feladatok automatizált javításának megoldása a jelenlegi kutatások dinamikus fejlődő területe, ahol a jövőben komoly előrelépések várhatóak a mesterséges intelligenciát megvalósító algoritmusok terén (Streeter, Bernstein, Foltz és DeLand, 2011). Ezért az elkövetkezendő időkben feltehetően több ilyen feladattípus alkalmazására nyílnak lehetőségek, az eredmények tükrében pedig úgy, hogy azok médiahatástól függetlenek lesznek.

Az eredményeim ellentétben állnak Russell (1999), valamint Russell és Haney (1997) munkáival, akik azt igazolták természettudomány, matematika és angol tárgyaknál, hogy a szövegalkotó feladatok esetén a megoldók hátrányt szenvedtek a tesztmédiум megváltozása miatt, ugyanakkor igazolják a magyar eredményeket első évfolyamra: Molnár, R. Tóth és Csapó, 2010, második évfolyamosokra: R. Tóth és Molnár, 2010, amikor nem állapítottak meg a technológiai jártasság és az eredményesség között kapcsolatot. Nagy (2014) fogalmazásképesesség vizsgálatakor szintén rögzíti, hogy nem okoz gondot a diákoknak a billentyűzet használata, 10 éves tanulók esetén is alkalmazhatók az online szövegalkotási módok. Matematikára a vizsgált korosztályban nem áll rendelkezésünkre szövegalkotó feladatokat vizsgáló kutatás.

A feladat által igényelt válaszok jellemzőivel kapcsolatban:

H6b: A billentyűkombinációt igénylő feladatoknál médiahatás tapasztalható.

Eredmény: Igazolásra került.

Az előző hipotézis egy speciális esetének is tekinthetjük a most tárgyalásra kerülő feltételezést. Hülber (2012) tapasztalata alapján hipotetizálható volt, hogy a billentyűkombinációt igénylő feladatok külön problémaosztályt képviselnek. Szintén a karakterek beviteléhez kötődnek, de annak egy speciális esetét jelentik a két billentyű egyszerre történő lenyomását igénylő karakterek. Ilyen karakterek az egyenlőségjel, relációs jelek, zárójel, százalékjel. A nagybetűk is ebbe a kategóriába tartoznak, de azok kisbetűkkel könnyedén kiválthatóak, viszont az elsőként felsoroltak megkerülhetetlenek. Az első két évfolyamon a feladatok jellemzően nem igényeltek ilyen műveletet, de harmadik osztálytól kezdődően több ilyen feladatot is találunk. Ezen az évfolyamon a diákok az ilyen paraméterrel rendelkező feladatokat szignifikánsan könnyebben oldották meg papír alapon, mint számítógépen. A médiahatás szempontjából tipikusan jól, illetve rosszul teljesítő itemek összehasonlítása pedig további évfolyamokra is kiterjeszti ezt az eredményt. A felügyelő tanároktól visszaérkező vélemények egyik leggyakoribb megállapítása szintén ehhez köthető, miszerint a diákok nem találják a szükséges jeleket a billentyűzeten. A fentiek mellett olyan jeleket, formázásokat is kerestek billentyűzeten, amelyek használata nem volt elvárt, illetve billentyűkombinációkkal sem előhívható, például hatványozáskor a felsőindexbe helyezett szám, Celsius fok jele: „°”.

Többféle forgatókönyv is vizualizálható ilyen esetben: a diák keresi a megfelelő billentyűzetet, de nem találja meg, így tovább halad, más feladatok megoldásával foglalkozik, vagy odahívja a felügyelő tanárt, aki segít a diáknak, vagy nem akarja befolyásolni a tesztelést, ezzel párhuzamosan a tesztelésre szánható idő csökken, ami együtt jár az eredményesség csökkenésével. Felételezem, kisebbeknél inkább az jellemző, hogy odahívják a tanárt, míg a nagyobbak továbbhaladnak.

4.2.3. A minta tulajdonságaira vonatkozó hipotézisek vizsgálata

Az életkor szerepével kapcsolatban:

H7a: Az életkor előrehaladtával a papír és számítógép alapú teszteken elért eredmények közötti különbségek csökkennek.

Eredmény: Igazolásra került.

A PP és CB itemnehézségi indexek évfolyamonkénti korrelációs értékei jól mutatják az egyes évfolyamok közötti különbségeket. Amíg az első három évfolyamon 0,7 körüliek a korrelációs értékek, addig negyedik évfolyamtól az eredmények együttjárása figyelhető meg. Ez hatodik osztályra eléri 0,92-es értéket, ami erős kapcsolatot feltételez a két médium között. Adódik folytatásképpen Poggio és mtsai (2005) jelen disszertációhoz hasonló kutatási stratégiát követő tanulmánya, akik hetedik évfolyamosoknál matematika területén a nehézségi értékek kapcsolatára $r=0,96$ -ot állapítanak meg. A sor folytatható Bennett és mtsai (2008), illetve Choi és Tinkler (2002) nyolcadikosokat vizsgáló eredményeivel, akik nem találnak szignifikáns eltéréseket a két tesztkörnyezetben elért eredmények között.

A korosztályi intervallum fiatalabbakat érintő végén is beleillik a szakirodalom eredményeibe, ahol jellemzően nagyobb, szignifikáns különbségeket fogalmaznak meg a tanulmányok, olyan módon, hogy mindig a papíron való teljesítést ítélik meg könnyebbnek. Matematika területén harmadik évfolyamosokra *Choi és Tinkler* (2002), *Ito és Sykes* (2004) állapít meg statisztikailag jelentős eltéréseket. Nem matematika területén, *Sim és Horton* (2005) 7-8 éveseket vizsgálva a két tesztmédiium eredményei között a saját eredményeimhez illeszkedő 0,65 korrelációs értéket állapított meg. *Applegate* (1993) és *Barnes* (2010) 3 és 6 év közöttieket elemezve jelentős különbségekről számol be a papír és számítógép alapú tesztelés eredményei esetében.

A fiatalabbaknál problémaként, minden egyes tanulmány esetében a technológiai jártasság hiányát emelik ki: nem egyértelmű számukra az egér használata, egy szövegmezőbe bele kell kattintani, hogy lehessen írni, mi az enter szerepe, hogyan lehet eljutni a következő tesztkérdésre, avagy korábban tárgyaltan, milyen módon kell egyes karaktereket bevinni.

A tesztelést felügyelő tanárok állításai teljes mértékben alátámasztják ezeket az állításokat, szinte az összes elemi iskolásokat érintő adatgyűjtés esetén megjegyezték, hogy a diákoknak problémáik adódtak a számítógépek kezelésével. Kezdődően azzal, hogy be kellett írni az oldal elérési útvonalát, majd a mérési azonosítókat, amelyek billentyűkombinációk használatát igényelték. Hárman arról adtak számot, hogy több elsős diák életében először használt számítógépet. Gondjaik akadtak az egér kezelésével, ehhez kapcsolódóan az oldal görgetésével, a billentyű megtalálásával, a tesztben való mozgással. Voltak, akik első-másodikosokra, de többen olyanok is, akik harmadik, negyedikesekre is kiterjesztették ezeket az állításokat. Négyen arról számoltak be, hogy nagy különbséget láttak egy osztályon belül is a diákok technológiai jártasságát tekintve. Kilencen szélsőségesen megfogalmazva úgy találták, hogy az elektronikus mérési módszerek nem alkalmazhatóak ilyen korosztályban. A beszámolókból kiderült, hogy volt olyan mérés elsősöknél, amikor három tanár is tartózkodott a teremben és segítettek a diákok géphasználatát. Ez az információ az adatfelvételi objektivitás megítélését nehezíti, mivel ebből következően, nem ugyanazok a körülmények, segítségformák és intenzitások álltak fent minden diák esetében. Ez független attól, hogy pozitív, negatív természetes vagy a mérés hitelességét rontó jelenségnek ítéljük meg, az eredmények megítélésének szempontjából diverz helyzetet teremt.

A technológiai jártasság mellett egy külön változó lehet a számítógép alapú tesztelésben, azon belül is a matematikára vonatkozó elektronikus mérés-értékelésben szerzett tapasztalat. Ezt jól mutatja, hogy a tesztben való mozgás az elsős, másodikosokat tekintve ritka, nem térnek vissza korábbi feladatokra, nem ellenőrzik, módosítják, gondolják végig újra a megoldásaikat, hanem egyszer végig mennek rajta, ami feltehetőleg a papír alapú stratégiáikkal ellentétes, és kevésbé eredményes. Csak egyetemistákra igazolta ennek ellenkezőjét *Vispoel* (2000), nem ismerünk fiatalabbakra vonatkozó ilyen irányú kutatásokat.

Évfolyamonként 10-15%-kal nő a tesztben való mozgás gyakorisága, ami feltehetőleg egyre jobban közelít a papír alapú megoldási mechanizmusokhoz. *Bennett és mtsai* (2008) kutatásában résztvevő nyolcadikos tanulók 44%-a mondta, hogy számítógépet legalább egyszer egy héten használják matematikai feladatok megoldásához. Feltételezhetően ez az arány közel sem igaz Magyarországra, így tanulóink sokkal kevesebb gyakorlottsági szinttel rendelkeznek a feladatok számítógépen történő megoldásában.

Az alacsonyabb korosztályokban lévő nagyobb különbségeket igazolja, hogy mind az itemekre, mind a mintára vonatkozó eltérések is az alsós diákoknál jelentkeztek elsősorban. Ez mutatja, hogy a populációnak ezen része érzékenyebb a változásokra, itt tudnak megjelenni az egyes változók menti médiahatást befolyásoló erők hangsúlyosabban. Az 7. mellékletben látható személyitem térképek is jól érzékeltetik, hogy az egyes évfolyamoknál tapasztalható számítógép és papír alapú eloszlásgörbék hogyan válnak az életkor növekedésével egyre jobban egymáshoz hasonlóvá.

Az életkor szerepével kapcsolatban:

H7b: Az egyes évfolyamok között szignifikáns eltérések vannak a különbségek nagyságában.

Eredmény: Igazolásra került.

A számítógép és papír alapú itemnehézségi indexek korrelációja első évfolyamtól kezdve először a negyedik évfolyammal mutat szignifikáns különbséget $z=-6,42$, $p<0,01$. Utána mindegyik, egymást követő évfolyam korrelációs értékei szignifikánsan növekvő tendenciát mutatnak, azaz a papír és számítógép alapú eredmények közelítenek egymáshoz, egyre jobban feleltethető meg egymásnak a két médium. 4-5. évfolyam között: $z=10,97$, $p<0,01$, 5-6. évfolyam között: $z=15,13$, $p<0,01$. Ezek az eredmények igazolják, hogy évfolyamonként jelentős eltérések vannak a két médium megfeleltethetősége között. Ugyan az eredmények nem egy skálán értelmezett itemnehézségi értékek korrelációs értékeit hasonlítják össze, de a különbségek leírására, érzékeltetésére alkalmasak.

Az elsősökre vonatkoztatott teljesítménybeli különbségek hasonlóak Molnár, R. Tóth és Csapó (2010) eredményeivel, akik első évfolyamon az eltérések nagyságát átlagosan egy év spontán fejlődés mértékének ítélték meg.

A diákok nemével kapcsolatban:

H8: A diákok neme befolyásolja a két médiumon elért teljesítmények közti különbségek nagyságát.

Eredmény: Csak első évfolyamon a lányok számítógépen szignifikánsan rosszabbul teljesítenek.

A társadalomtudományi kutatásokban gyakori a nem szerepének vizsgálata, ennek megfelelően a médiahatáshoz tartozó kutatások is rendszeresen elemezték ezt a változót. Mivel az eredmények rendkívül diverznek bizonyultak ezen a területen, így a hipotézis állítás során egy alternatív, irányt nem megjelelő feltételezéssel éltem.

Az eredmények kizárólag első évfolyamon tértek el, a többi korosztályban külön-külön vizsgálva a nemeket, nem mutatkozott a papír és számítógépen való teljesítés között különbség az itemnehézségi átlagokat tekintve.

Első évfolyamon is csak lányoknál mutatkozott különbség, ők számítógépen teljesítettek rosszabbul. A kutatások eredményeit összegezve, ha eltérések tapasztalhatóak nemek tekintetében, akkor jellemzően a lányok teljesítenek rosszabbul számítógépen. Általános iskolásokat vizsgálva ilyen következtetésre jutott Horne (2007), matematika területén Johnson és Green (2006), középiskolásokra Halldórsson, McKelvie és Björnsson (2009), Magyarországon: Csapó és mtsai (2009). A tanulmányok hasonló okokat hoznak fel

magyarázatként: a fiúk többet használnak számítógépet, illetve több a fiúk számára motiválóbbr feladat, mint a lányoknak szóló. Avagy a fiúk azért teljesítenek jobban, mert jobban motiváltabbak számítógépes környezetben, mert a jártasságuk, magabiztosságuk is nagyobb. Feltételezhető, hogy a fiúk fontosabbnak találják a CBA-n való jól teljesítést, mint a PP-n, a lányokkal ellentétben, akik fordítva viselkednek. *Johnson és Green (2006)* szerint a különbségek annak is köszönhetőek, hogy a fiúk jobban mernek tippelni az egyes feladatoknál számítógépen, mint a lányok.

Diákok lakhelyének földrajzi paramétereivel kapcsolatban:

H9: A tanulók lakhelyének elhelyezkedése (régió) nem módosítja az eredményességet az egyes médiumok tekintetében.

Eredmény: Igazolásra került.

A tanulók lakhelyének paramétereivel kevés összehasonlító tanulmány foglalkozott, így kevés információval rendelkezünk ezen változó hatásáról. Kutatásunkban a diákok régiók szerinti elhelyezkedésével folytattunk vizsgálatot. Eltérések csak az első három évfolyamnál jelentkeztek, azonban a különbségek elrendeződése nem szisztematikus. A Nyugat-Dunántúl régióban második évfolyamon, Közép-Dunántúl régióban második, harmadik évfolyamon, Közép-Magyarország régióban első évfolyamon és Dél-Alföld régióban is első évfolyamon jelentkeztek szignifikáns eltérések. Mivel a minta régiók szerinti eloszlása az egyes évfolyamokon különbözött, és nem figyelhető meg mintázat a különbségekben, így nem tartom a különbségek szempontjából prediktív változónak a földrajzi elhelyezkedést. Papír alapú eredmények alapján tudjuk, hogy a régiókhoz, megyékhez tartozó teljesítménybeli különbségek általában valamilyen más változó hatásához tartoznak, ami megerősíti az előző állítást.

A tanulók szüleinek iskolai végzettségével kapcsolatban:

H10a: Az anya iskolai végzettsége médiahatást befolyásoló háttérváltozó.

H10b: Az apa iskolai végzettsége médiahatást befolyásoló háttérváltozó.

Eredmény: A felsőfokú végzettséggel rendelkező szülők gyermekeinél jelentkeztek különbségek az első három évfolyamon a papír alapú eredmények javára.

Hat kategóriára bontva a szülők iskolai végzettségét (nem fejezte be az általános iskolát, általános iskola, szakmunkásképző, érettségi, főiskola, egyetem), vizsgáltam hatásukat a hat évfolyam esetében. Külön-külön vizsgálva a médiumokat, igazolódott, hogy a tanulói eredményesség és a szülők iskolai végzettsége jelentős mértékben együtt jár. A hatás médiumok közötti különbségeit tekintve szisztematikusan az első három évfolyamon jelentkezett a felsőfokú végzettséggel rendelkező szülők gyermekeinél, akik számítógépen teljesítettek rosszabbul. Csak egy feltétel esetén volt kivétel: harmadik évfolyamon, amikor az apa főiskolai végzettséggel rendelkezett, akkor nem volt szignifikáns eltérés.

Az eredmények alapján azokat érinti hátrányosan a médium megváltozása, akik jobb teljesítményre képesek. Magyarországon a PISA, és más országos kutatások eredményeiből tudjuk a papír alapú tesztelésre vonatkozóan, a szülők iskolai végzettsége meghatározó a

gyerekek iskolai teljesítményét illetően (és kevés az iskola hozzáadott értéke), a diákok közötti különbségek az iskolában töltött évek számával nem csökkennek.

Találunk hasonló eredményeket az összehasonlító vizsgálatoknál, például *Bennett és mtsai (2008)* matematika területén mutatta ki, hogy a magasabb iskolai (legalább főiskolai) végzettséggel rendelkező szülők gyerekei papíron szignifikánsan jobban teljesítenek. A hazai eredményeket tekintve *Hódi és R. Tóth (2009)* igazolta hatodik évfolyamosokra, olvasás-szövegértés területén, hogy az alacsonyabb teljesítményűek számára előnyös a számítógépes tesztelés bevezetése, míg a jobb képességűeknek a tradicionális tesztelés járul hozzá a jobb teljesítményhez. Magyarázatként az szolgálhat, hogy a jobb teljesítményű tanulóknál nagyobb a megfelelési kényszer, a jó teljesítés iránti motiváció, így nagyobb zavart kelthet, hogy a megszokott, bevált megoldási stratégiák, mechanizmusok nem alkalmazhatóak, érzékenyebben reagálnak a tesztmédiум megváltozására.

A tanulók tanulmányi előmenetelével kapcsolatban:

H11a: A tanulók matematika eredményei (félévi jegy) nem befolyásolja az egyes tesztkörnyezetben elért eredmények közti különbséget.

H11b: A tanulók tanulmányi eredményeinek (félévi jegyek) átlaga nem befolyásolja az egyes tesztkörnyezetben elért eredmények közti különbséget.

Eredmény: Igazolásra került 3-6. évfolyamon, azonban további vizsgálatot igényel a kérdés.

A tanulók eredményességével kapcsolatban a harmadik évfolyamtól állnak rendelkezésre információk, mivel második év végétől kapnak a diákok osztályzatot a vizsgált időszakban. A háttéradatakra kérdező kérdőív során a diákok átlagosan negyede nem válaszolt arra vonatkozóan, hogy milyen eredményt értek el matematikából, vagy hányas volt a félévi átlaguk. Az első két évfolyam kiesésével pont az a korosztály veszett el, ahol a legnagyobbak a különbségek. Így a fenti, szülők iskolai végzettségére vonatkozó eredmények sem igazolhatóak az ebben a tárgykörben begyűjtött eredményekkel. A következtetések levonását szintén nehezíti, hogy a rosszabb osztályzatok tekintetében kevés mintaelemszám állt rendelkezésre. A matematika jegyeket tekintve, nem született szignifikáns eltérés a különbségekben, a félévi átlagokat vizsgálva, elegendő mintaelemszám mellett (>100) negyedik évfolyamon, közepes átlagnál jelentkezett különbség a papír alapú médium javára.

A felsorolt hiányosságok miatt a hipotézisek teljeskörű vizsgálatára nem nyílt lehetőség, illetve a kapott eredmények nem utalnak arra, hogy a médiumok közötti különbséget befolyásolná a tanulmányi előmenetel a vizsgálható harmadik osztálytól.

A tanulók informatikai képzésével kapcsolatban:

H12: Azok a tanulók, akiknek lehetősége van informatika (számítástechnika) órára, szakkörre járni eredményesebbek társaiknál az online matematika teszten.

Eredmény: Harmadik, negyedik évfolyamon nem igazolható, a többi évfolyamon további vizsgálatok szükségesek.

A kutatási stratégia következménye volt, hogy a papír alapú tesztelés az elektronikustól függetlenül zajlott, így a papír alapon dolgozók háttéradatainak gyűjtése során nem képezte

érdeklődés tárgyát, hogy a diákok tanulnak-e informatikát. Ennek következtében csak arra vonatkozóan lehetett hipotézist állítani, hogy van-e a diákok között teljesítménybeli különbség aszerint, hogy tanulnak informatikát, számítástechnikát az iskolában. Hazánkban az informatika órák esetében a 2012-es NAT előtti rendelkezés volt érvényben, amely az iskolák szempontjából változatos képet mutatott aszerint, hogy az iskolákban kötelezően folyik ilyen tárgyú tantárgyak oktatása, szakköri lehetőségek adottak csak, avagy melyik évfolyamtól milyen gyakorlat jellemző.

Az eredmények elemzését megakadályozta, a két csoport (tanul vagy sem informatikát) mintaelemszámának egyenlőtlen eloszlása, és ennek a kiegyenlítetlenségnek az átrendeződése harmadikról negyedik évfolyamra. Ez annak köszönhető, hogy 2012-ben ötödik évfolyamtól kötelező volt az informatika tárgy oktatása. Az eredmények így első-második évfolyamon torzultak, ötödik-hatodik évfolyamon nem értelmezhetők, mert mindenki tanult informatikát (31. táblázat). A kiegyenlítettnek mondható harmadik, negyedik évfolyamon nem jelentkező különbség a tanulók eredményességében aszerint, hogy tanulnak vagy sem informatikát. Így ezen két évfolyam esetében nem igazolódott a hipotézis, a többi évfolyamon pedig további vizsgálatok szükségesek megfelelő mintakialakítással.

4.2.4. Összegzés a kutatási célok mentén

A kutatási célok a hipotézisek összességét ölelik fel, és általánosságban reflektálnak a disszertáció vizsgált kérdéseire. Ezek közül az első a legátfogóbb, amely az 1-6. évfolyamos diákok online tesztkörnyezetben való viselkedésének feltérképezését tűzte ki célul. Ennek részeként is tekinthetjük a papír és számítógép alapú környezetben nyújtott teljesítmények összehasonlítását; azon item paraméterek meghatározását, amelyeknél jellemző a teljesítmények valamilyen irányú eltérése vagy azonossága, illetve olyan részminták azonosítását, amelyek tipikusan azonosan, illetve eltérően viselkednek különböző tesztkörnyezetben.

A számítógép alapú tesztelés alkalmazhatóságát tekintve rendkívül biztató, hogy minden évfolyamon, minden tesztváltozat esetén a klasszikus és a valószínűségi tesztelmélethez köthető reliabilitási mutatók is magas értéket mutattak. Átlagosan a számítógép alapú tesztek jószágmutatói magasabbnak is bizonyultak minden évfolyamon. Ebből következően nemcsak a papír, hanem a számítógép alapú eredmények és az azokból levonható következtetések is megfelelően általánosíthatóak (*Hülber és Molnár, 2013*).

Az átlagok szintjén nem mutatkoznak a két tesztmédium közötti eltérések, azonban az egyes évfolyamok között nagy különbségeket találunk a számítógép és papír alapon bemért itemnehézségi értékek korrelációját összehasonlítva. Elsődlegesen tehát az életkort emelhetjük ki a két tesztmédium közötti különbségeket jelző prediktív változók közül. Ebből a szempontból a minta két részre szakad: 1-3. és a 4-6. évfolyamokra. Az első csoportban a különbségek jelentősek, az eltérések egyező területeken jelentkeznek, hasonló mértékűek. Negyedik évfolyamtól kezdődik meg a különbségek fokozatos csökkenése, és 6. évfolyamra válnak egymásnak megbízhatóan megfeleltethetővé a papír és számítógép alapú teszteredmények. Magyarazatként a szakirodalom és a mérésben résztvevő felügyelők is egyértelműen a technológiai jártassághoz kötik az évfolyamonkénti különbségeket. 6-7 éves korban még egyáltalán nem magától értetődő a billentyűzet, egér használata egy tesztprogram működési

mechanizmusa. A tesztek által igényelt technológiai jártasság feltehetőleg egy könnyen elérhető szint, nem mély IKT műveltséget (Ainley és mtsai, 2012) takar, nem jelenthet kihívást a XXI. századi generációknak, de nem is feltételezhető automatikusan egy elemi iskolásról, hogy birtokában van ezen jártasságnak. Ennek hiányában viszont jelentősen csökkenhet az elemi osztályosok eredményessége a számítógép alapú teszteken, és állandó segítséget igényelhetnek a felügyelő tanáraiktól. Az eszközhasználati jártasságnak a „túlteljesítése”, mélyebb IKT műveltség viszont feltehetőleg már nem jelent plusz előnyt a tesztelésben. Ez megmagyarázza, hogy az idősebb korosztályokban miért nem tudnak kapcsolatot kimutatni az IKT műveltség és az elektronikus tesztelésben való eredményesség között (pl: O'Dwyer és mtsai, 2008).

A technológiai gyakorlottság mellett R. Tóth és Hódi (2011) más tényezőt is feltételez az alacsonyabb életkorban jelentkező különbségeknél. A görgetésből adódó nehézségeknél a rövid távú memória szerepére hívják fel a figyelmet, ami a feladat megoldása szempontjából rosszabb hatékonysággal bír, mivel a kevésbé automatizált olvasás nyelvi elemei foglalják le.

Mind az itemekre, mind a mintára vonatkozó jellemzők közül elsősorban az első három évfolyamnál fordultak elő statisztikailag számottevő különbségek. A feladattípusokat tekintve az alternatív választás típusnál jelentkeztek a legnagyobb eltérések első három évfolyamon. Magyarozatként az szolgál, hogy számítógépen jelentősen nagyobb a válaszadási hajlandóság, a diákok jobban mernek próbálkozni, kevésbé frusztráló számukra a gépesített tesztkörnyezet. A hipotézissel ellentétben a többi zártvégű feladattípusnál, illetve a nyíltvégű feladatoknál nem mutatkozott semmilyen eltérés az eredményességben.

A feladatok tartalmi elemeit, valamint a megoldáshoz szükséges pszichikus műveleteket tekintve a statisztikai, kombinatorikai tartalmú, magasabb szintű műveletet igénylő feladatok nehezebbnek bizonyultak számítógép alapon, mint papíron. Magyarozatként azt fogalmazódott meg, hogy ezek a feladatok igénylik leginkább a jegyzetpapírok használatát, a próbálkozások felvázolását egyfajta kézírással kifejezhető vizuális gondolkodást, ami számítógépen nem megvalósítható. A problémát feltehetőleg az jelenti, hogy a diákoknak nincs elég tapasztalata a számítógépes tesztelésben, nincsenek kialakult megoldási stratégiáik, rutinjuk, és nem is nevelték őket elektronikus feladatmegoldásra tanáraik. Így több mindent próbálnak fejben elvégezni, nem szeretnék összeegyeztetni a számítógép képernyőjét a jegyzetpapírral, adatokat másolni, megosztani a figyelmüket. A feltételezést erősíti, hogy a felügyelő tanárok szerint nagyon ritka volt a jegyzetpapírok használata. A tartalmi elemek, és az igényelt pszichikus műveletek többi típusa, és a feladatok kontextusa nem befolyásolta a két tesztkörnyezet között fellépő különbségeket.

A feladatok információinak feldolgozása a grafikus elemeket tartalmazó itemeknél mutatott eltéréseket a két médium esetében, első, illetve második évfolyamon. Számítógépen feltehetőleg élethűbben, élesebben, kontrasztosabban jelennek meg ezek a képi elemek, így nagyobb figyelem övezi azt a diákok részéről. Ez a plusz figyelem, motiváció segítheti a diákokat az ilyen itemek eredményesebb teljesítését számítógépen. További magyarázatként elképzelhető, hogy a tanulók papír alapon nem színesben, hanem fekete-fehérben kapták meg a feladatokat, a tesztelési költségek kímélése végett, azzal a megfontolással, hogy a színeknek nincs szerepe a megoldásokban. (Legfeljebb a diákoknak kellett színezniük a papír alapú feladatoknál.) Ebben az esetben az az alaptétele sérül a médiumok megfeleltetésének, tesztszerkesztési kritériumának, hogy nem azonosak az itemek reprezentációi.

Jelen példa a reprezentációs problémák ritkábbik csoportjába tartozik, amikor számítógépen ideálisabbak a körülmények. Az információk többi típusa, illetve azok mennyisége nem befolyásolta a médiahatás mértékét.

A szövegalkotó feladatok ugyanolyan nehéznek bizonyultak számítógépen és papír alapon. Ehhez hozzájárulhat, hogy a tesztmedium megváltozására érzékenyebb korosztályban nem voltak olyan feladatok, amelyek hosszabb válaszok adását igényelték volna. Ugyanakkor elképzelhető az is, hogy a nehézségek szintjén nem mutatkozik különbség, a tanulók számítógépen is begépelik a válaszokat, de több időt jelent nekik ennek az elvégzése (tudják a választ, ezért megküzdnek a kihívással). Így összességében, kevesebb idő áll rendelkezésükre, ami miatt rosszabbul teljesítenek az egész tesztet nézve úgy, hogy ez a hatás az itemek szintjén nem kimutatható. Erre a magyarázatra nehéz igazolást kapni, mivel papír alapon nehezen kivitelezhető nagymintán az egyes feladatok megoldásával töltött idő mérése.

Azoknál a feladatoknál, amelyek billentyűkombinációt, különböző jelek bevitelét, speciális formázásokat igényeltek volna, rosszabbul teljesítettek a diákok számítógépen, mint papíron. Ez egyértelműen a diákok eszközhasználati járatlanságának tudható be.

A minta jellemzőit tekintve a legfontosabb, az életkor, már rögzítésre került. A diákok nemének befolyásoló erejével kapcsolatban a szakirodalom jellemző mintázata köszönt vissza, azaz a lányok rosszabbul teljesítettek papír alapon, de ez csak első évfolyamon volt kimutatható. Ezt a hatást is a lányokhoz társított kisebb eszközhasználati jártasság magyarázhatja, illetve motiváltság tekintetében is lehetnek eltérések, mivel a kutatások szerint a lányok a papíron való teljesítést tartják fontosabbnak.

A szülők iskolai végzettsége esetén a többi eltéréshez hasonlóan csak az első három évfolyamon jelentek meg a különbségek. Azoknak a szülőknek a gyermekei kerültek hátrányba számítógép alapon, akik felsőfokú végzettséggel rendelkeztek. A szülők iskolai végzettségének és a diákok teljesítményének szoros együttjárásából következően, azok a diákok, akik jobban teljesítenek, érzékenyen reagáltak a tesztmedium megváltozására. Feltehetőleg egy számukra ismeretlen és bizonytalan környezetben igyekeztek ugyanúgy megfelelni, de bevált rutinjaikat nem tudták előhívni az eltérő szituációban, ami frusztrációt is gerjeszthetett.

A diákok lakhelyének földrajzi paramétereinél, a tanulók tanulmányi előmenetelét tekintve, és a tanulók informatikai képzésével kapcsolatosan nem jelentkeztek egyértelműen azonosítható eltérések, vagy eltérési mintázatok. A mintaelemszám egyes alcsoportok közötti különbözőségei, vagy az adott alminták kis létszáma akadályozta a vizsgálatokat, vagy az általánosíthatóság mértékét.

A diákok számítógépes tesztelés során tapasztalt viselkedése eltérő jellemzőkkel bír a papír alapú tesztkörnyezethez képest. Ezt természetes következményeként tekinthetjük annak, hogy a tesztmediumok is különböző karakterisztikával bírnak, máshogy történik az adatok elhelyezése, törlése, a feladatok közötti váltás, azok ellenőrzése, átlátása stb. Mind a diákoknak, mind az itemeknek leírhatók olyan jellemzőik, amelyek nem teljesítenek vagy viselkednek azonosan, jelentkezik náluk a médiahatás jelensége. Ezt az átlagok különbségei elfedik, de az eredmények általánosíthatóságát, érvényességét, objektivitást és összehasonlíthatóságát tekintve körültekintést és figyelmet igényelnek bizonyos itemek és mintacsoportok.

Az eredmények általánosíthatóságának a korlátját jelenti, hogy a tesztelésre használt számítógépek paramétereinek megfigyelésére nem nyílt lehetőség a kutatás során. A minimális konfigurációs szint ellenőrzésének mellőzésére utaló jelek azt a következtetést vonják le, hogy az infrastrukturális jellemzőkre vonatkozóan is adatgyűjtést kell végezni, és figyelembe kell venni a médiahatás meghatározása során.

A független minták kutatási elrendezésnek köszönhetően a számítógépen és papíron dolgozók nem ugyanazok a tanulók voltak, így nem ugyanazon minta elemzésére nyílt lehetőség papír és számítógép alapon. A minta tulajdonságainak függvényében történt tehát a médiahatás-vizsgálata. Azonban a jó mutatókkal rendelkező mintaillesztés kompenzálja a stratégia hiányosságait, és eredményesen közelíti egymáshoz a mintákat főbb tulajdonságaiban. A minta általi korlátokat jelenti továbbá, hogy a különböző évfolyamok egymáshoz képest eltérő tulajdonságúak, bizonyos paramétereiket tekintve különböző mintaelemszámmal oszlanak el.

További korlátozást jelentett, hogy nem lehetett ugyanazokat a tesztváltozatokat számítógépen használni, mint papír alapon, mivel nem minden itemet lehetett számítógépen kivitelezni. Ezt ugyan megoldotta a teszt és minta független Rasch-modell alkalmazása, de a modellben nem állt rendelkezésre elegendő információ a diákok képességszintjének kiszámolásához, csak az itemek nehézségi indexeit lehetett ilyen módon meghatározni. Ezekre a modell sikeresen működött (megfelelő EAP\PV mutatók), de a mintára vonatkozó vizsgálatokat megnehezítette, és almintánként indokolta egyesével a Rasch-modell alkalmazását. Ez egyúttal a mintaelemszám csökkenését jelentette a modellnél, ami pedig kisebb pontosságot eredményez a kiszámolt indexek tekintetében.

Az összehasonlító vizsgálat matematika területén történt, így első sorban erre a műveltségterületre általánosíthatóak az eredmények. Más területek eltérő változórendszerrel eredményezhetnek, nem csak a tartalmi részhez kapcsolódóan. Például olvasás-szövegértés területén a nagyobb információ mennyiség feldolgozása, avagy a hosszabb válaszokat igénylő feladatok megoldása, eltérő karakterisztikájú médiahatást eredményezhet (R. Tóth és Hódi, 2011).

4.3. Számítógép alapú tesztelés kivitelezésére vonatkozó javaslatok

A javaslatok a dolgozat által feltárt problématerületekre kívánnak reflektálni, amelyek a kutatás, a számítógép alapú tesztelés végrehajtása, a szakirodalom feldolgozása során merültek fel. Az alfejezet célja olyan megoldási ötletek nyújtása, amelyek a számítógép alapú tesztelés megbízhatóbb, érvényesebb és objektívebb megvalósítását szolgálhatják, függetlenül a használt tesztelési platformtól, mérési területtől. Alapját a szakirodalom szintézise, a gyakorlati megvalósítás tapasztalatai, eredményei és a mérésben résztvevő felügyelők, rendszergazdák, mérési koordinátorok visszajelzései jelentik. A fejezet célkitűzésének szempontjából egy antagosztikus ellentét is megjelenik, mivel vannak olyan javaslatok, amelyek a három jóságmutató javítását szolgálják, ugyanakkor a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlíthatóságának mértékét csökkentik. Egy konkrét példával élve: a matematika feladatok felolvasási lehetősége (minden tanuló fejhallgatóval hallgatja) növelheti a tesztelés validitását, mivel a tanulók matematikai képessége tisztábban, az olvasási képességek hatásától függetlenül megismerhető. Azonban papír alapon ez a szolgáltatás nem megvalósítható, nem teremtene egységes környezetet, ha össze kellene hasonlítani az eredményeket, nagyobbak lennének a különbségek, a médiahatás. Jelen kutatás is bebizonyította az első három évfolyamra, hogy jelentős hatással van az információ mennyisége az eredményességre, befolyásolja a tanulók matematika eredményeit az olvasási képességük. Az előbbi példa egyúttal azt is megmutatja, hogy a médiahatás nemcsak negatív irányú lehet a technológia irányából, hanem pozitív is. Ilyen irányú jelenség játszódtott le a grafikus elemek alkalmazásánál is, amikor számítógépen nőtt az eredményesség, feltehetőleg a vizuális ingerek keltette alaposabb információ-feldolgozás és a nagyobb tesztelési motiváció következtében.

Javaslat a tanulók technológiai jártasságához kapcsolódó problémák kezelésére

Jelen kutatás során fény derült arra, hogy sok elsős tanulónak ez volt az első olyan alkalom, amikor számítógépet használt, és a legtöbb tanulónak az első olyan eset, amikor számítógép alapú tesztelésben vett részt. A számítógépes gyakorlottságból eredő hátrányok, különbségek kiegyenlítésében, az eszközhoz kapcsolódó esetleges szorongás legyőzésében sokat segíthetnek a számítógép használatát bemutató, gyakoroltató tutorialok elvégzése. Több mérési intézetnél, nemzeti nagymintás méréseknél bevett, általános gyakorlat, hogy a tanulók csak akkor kezdenek meg a tesztelést, ha legalább egyszer elvégezték a tréning programot. Erre tesz javaslatot Poggio (2005) és erre látunk példát Bennett és mtsai (2008) kutatásában. A tutorial elvégzése jellemzően a tesztelést megelőzően, például egy nappal előtte történik meg. A programokat a teszt fejlesztői készítik vagy tervezik, és olyan tudás felkészítést célozzák meg, amelyet a konkrét teszt elvár. Lásd Bennet és munkatársainál (2008) matematika területén: <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/studies/mol.asp> olvasás-szövegértés területén: <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/studies/wol.asp>. A legkisebbeknek az egér mozgását, gombjainak funkcióját, billentyűzet, görgetősáv használatát, az enter, space feladatát, kurzormozgató nyilak hatását stb. mutatják be, majd kérik számon egyszerű gyakorló feladatok segítségével.

A folytatásban, amelyek jellemzően az idősebb korosztály számára is hasznosak és felhasználásra kerülnek, a konkrét tesztfelület bemutatása történik: hogyan lehet mozogni a tesztben, módosítani az eredményeket, milyen gombok, milyen funkciót váltanak ki, honnan tudják hol tartanak a tesztben, mennyi idejük van hátra stb.

Egy harmadik részt szokott jelenteni, avagy idősebbeknél ez az egyetlen tesztelést megelőző rész, amikor a diákok egy-két példafeladatot oldanak meg, aminek az eredményét azonnal meg is kapják a tanulók. Ilyenkor lehetőségük van a tanulóknak, hogy egymással, a mérést felügyelőkkel megbeszéljék a tapasztalatokat, segítsék egymást a tesztfelület használatának megértésében. A számítógépen történő feladatmegoldáshoz kapcsolódó stratégiák, mechanizmusok kialakításában, esetleges frusztrációk leküzdésében is fontos szerepe lehet, ha a diákok megismerkedhetnek a számítógép alapú teszteléssel a hivatalos mérést megelőzőn. Ez utóbbi rész megvalósítására a tesztelést követően javaslat is érkezett a tesztelésben résztvevő tanároktól.

A kutatás végeztével koordinálásom mellett készültek vázlatrajzok egy számítógép alapú tesztelést segítő a tutorialhoz (8. melléklet). Azon belül is az elemi iskolásokat segítő technológiai jártasság megalapozásához, azaz a billentyűzet, egér, görgetősáv használatához nyújthattak volna segítséget magyar nyelvű elektronikus tesztelések kapcsán. Ez, és a folytatás, anyagi támogatás hiányában nem valósult meg, nem lépett a projekt a vázlat szintjénél előrébb.

Javaslat a médiahatás előrejelzésére vonatkozóan

Javaslatunk szerint a fent említett próbafeladatok, de akár az egész teszt arra is alkalmas lehet, hogy adatokat gyűjtsön a diákok technológiai jártasságáról. Például mennyi idő alatt oldanak meg egy egér mozgatásához, kattintásához kapcsolódó feladatot, szövegbevitelt. Már abból, hogy milyen gyorsan mozog az egér, mennyire folyamatos a mozgása, mennyire akadozva gépel valaki, megbízható következtetések vonhatók le a tesztelt technológiai jártasságára vonatkozóan. Ez alapján a teszt eredményeit értelmezőknek megjelenhet a teljesítés mellett egy előrejelzés, ami arra figyelmeztet, hogy az adott diák esetén sérülhetett a méltányosság, médiahatás léphetett fel. Egyértelműen a technológiai jártassághoz köthető rossz eredmények alapján a tesztprogram javaslatot tehet arra vonatkozóan, hogy a diák tudásának mérése inkább papír alapon valósuljon meg.

Javaslat az technológiához kapcsolódó problémák kezelésére

Jelen kutatás rámutatott, hogy a technológiai paraméterekre vonatkozó előírások betartását nem elegendő a rendszergazdák, mérésben résztvevők ítéletére bízni. A szakirodalom egyértelműen megjelöli, hogy a technikai jellemzők felelősek lehetnek a médiahatás kialakulásában, ezért fontos, hogy megbízható információkkal rendelkezünk erre a paraméterre vonatkozóan. Változatos kombinációi lehetnek az egyes hardver, szoftver komponenseknek, így az ebből eredő hatások is nehezen követhetők, ha nem történik részletes adatgyűjtés ezen a területen. A probléma megoldását jelentheti olyan hardver, szoftver (rendszer) diagnosztikai eszközök használata, amelyek a tesztelés során a háttérben futva felméri, és rögzíti a tesztelésre használt számítógép jellemzőit. Ilyen fontos és elérhető paraméterek lehetnek a processzor típusa, memória mérete, a grafikus kártya felbontása, hálózati kártya maximális adatátviteli sebessége. Az online tesztelésnél kiemelten fontos az internet tesztelés közbeni adatátviteli

sebessége, ennek ellenőrzése kliens és szerver oldalon is megoldható. Ez utóbbi paraméter a második generációs tesztelésektől kezdve, amikor a multimédiás, kommunikációs információk is megjelennek, kiemeltebben fontos lesz, a nagyobb közvetíteni kívánt információmennyiség miatt. A rendszerdiagnosztikai programok jellemzően ingyenesek, elérhető belőlük nyílt forráskódú változat is, így jelentősebb költségek nélkül beépíthetők egy tesztelési rendszerbe.

Több fontos paraméter rögzítését a rendszerdiagnosztikai eszközök sem teszik lehetővé. Ilyen paraméter a monitorhoz tartozó jellemzők (típus, méret, felbontás), a számítógéphez kapcsolt egér, billentyűzet típusa, állapota. Ezekről való adatgyűjtés az iskolákkal, rendszergazdákkal való részletes kérdőíves adatgyűjtést igényel, költségesebb, ugyanakkor jobban kontrollált feltételeket teremt. A diákok háttéradatait tárló adatbázis mellett, egy a számítógépekre vonatkozó adatbázis is felépíthető. A számítógép alapú tesztelés során a teszt és a diák mérési azonosítója mellé a számítógép azonosítója is rögzítésre kerülhet.

Javaslat az infrastruktúrához kapcsolódó paraméterek kezelésére

A médiahatás megállapításának egyik legproblematiszababb részét jelentik azon változók vizsgálata, amely nem kötődik közvetlenül a teszteléshez, teszteltekhez. A visszajelzés alapján ilyen paraméternek bizonyult az informatika termék bútorzata. A magyarországi viszonyokra jellemzően a számítógépek az iskolákban elsősorban a géptermekekben találhatók meg (Tóth, Molnár és Csapó, 2011), így a számítógép alapú tesztelések is itt zajlanak. A géptermekek bútorzatát azonban nem úgy tervezik meg, hogy a 6-7 éves diákokra jellemző testi adottságokat veszik figyelembe. (Főleg a jelenlegi helyzetben, amikor az alsós évfolyamokon nem kötelező az informatikaoktatás.) Így ez a korosztály adott esetben egy bútorzathoz köthető paraméter miatt szenved hátrányt az elektronikus tesztelésben.

Ennek okán az előző problémához is illesztettem javaslatom a tesztelésre szánt infrastruktúra hitelesítési, minősítési folyamatait. Elképzelésem szerint, egy arra felkészített objektív szakember ellenőrizné, hogy a számítógép alapú tesztelés elvégzéséhez megfelelőek-e a körülmények az adott intézményben, gépteremben. Vizsgálat tárgyát képezhetné a bútorzat, a megvilágítás, gépek elhelyezkedését (pl.: monitor távolság), billentyűzet, egér állapota stb. Adott esetben korosztályra való bontásban is értelmezné a fennálló helyzetet, és adhatna arra vonatkozóan hitelesítést, hogy milyen feltételek mellett alkalmazható az elektronikus tesztelés. A tapasztaltakat fotókkal dokumentálná, és jelentést készítené. Ez ugyan költséges megoldás, de a tétellel bíró technológia alapú tesztelés lehetővé tételéhez, akár elvárható feltétel is lehet. A feltételrendszer felépítését, egyes eleminek meghatározását a 2.4. fejezetben bemutatott számítógép alapú mérés-értékelésre vonatkozó nemzetközi irányelvek és útmutatások dokumentumai segíthetik.

Javaslat a rajzolást igénylő feladattípusok számítógépes megvalósítására

A kutatás számára korlátozást jelentett, hogy számítógépen nem lehetett megvalósítani a rajzolást igénylő feladattípusokat, egyúttal azok összehasonlító vizsgálatát sem. Ez a típusú probléma szintén a technikai megvalósításhoz, paraméterekhez illeszthető. A probléma megoldására két eltérő javaslattal rendelkezem. Az első költségkímélő, de a feladatoknak olyan jellegű átalakítását kívánja meg, amely nem azonos körülményeket teremt a két tesztmédiumon, így felelősséggel nem is összevethetőek. Ebben az esetben a nyíltvégű feladatot zártvégűvé

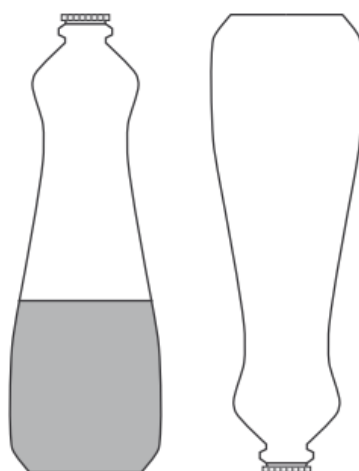
tesszük, próbáljuk ugyanazt az igényelt tudáselemet, műveletet megragadni és az eredeti feladathoz képest a lehető legkisebb átalakításokat végezni.

Példaként egy nyílt/kiegészítés/kép-kép altípust mutatok be, amikor egy ábrát kell kiegészíteni rajzzal. A feladatok zártvégűvé tehetők több válaszopció megjelölésével. A 43. ábra az eredeti OKM 2013 mérésből származó feladatot, a 44. ábra az általam módosítottat mutatja be. Ilyen módon kiküszöbölhető, hogy a diáknak ténylegesen rajzolnia kelljen, ami nem is képezi a matematika tudás mérésének a részét. A feladat módosításakor a tanulók tipikus rossz megoldásait használtuk fel.

64/91. FELADAT: SZÖRPÖSÜVEG

MJ10701

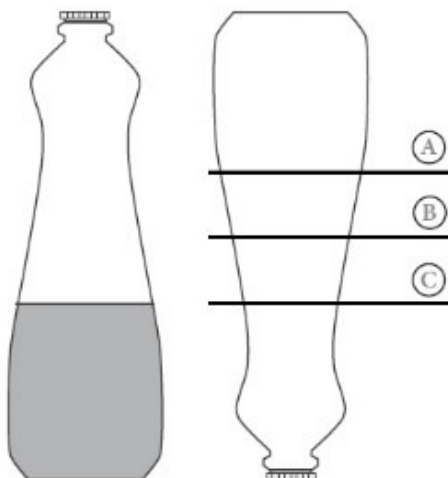
Csilla 0,5 liter málnaszörpöt töltött egy olyan üvegbe, amelybe pontosan 1 liter folyadék fér. A szürke rész jelzi az üvegben lévő folyadékot. Rajzold be vonalzó segítségével, hol lesz a folyadék szintje, ha az üveget megfordítja!



43. ábra

Eredeti rajzolást igénylő OKM feladat

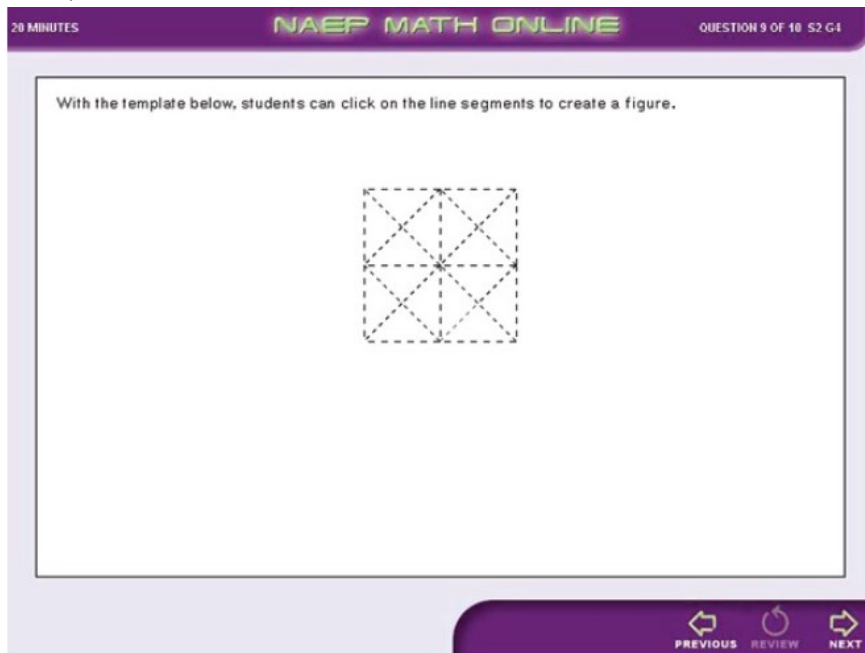
Csilla 0,5 liter málnaszörpöt töltött egy olyan üvegbe, amelybe pontosan 1 liter folyadék fér. A szürke rész jelzi az üvegben lévő folyadékot. Hol lesz a folyadék szintje, ha az üveget megfordítja! Satírozd be a helyes válasz betűjelét!



44. ábra

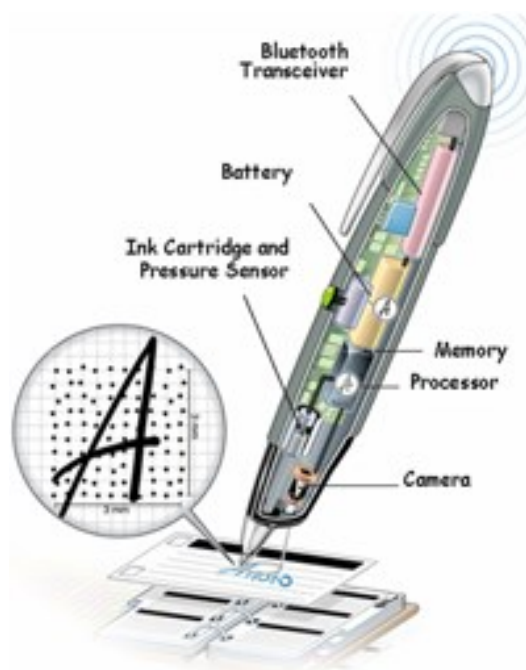
Rajzolást kiváltó zártvégűvé alakított feladat

Bennett és mtsai (2008) más ötlettel igyekeztek mérésük során a rajzolást kiváltani. Helyettesítő megoldásukban egy sematikus ábrát készítettek, amelyben szaggatott egyenesek jelzik a megrajzolható elemeket. A tesztelt az egerrel az egyenesekre kattintva véglegesítheti az elemek megjelenítését (nem szaggatottan és vastagabban jelenik meg), így imitálva a rajzolást (45. ábra).



45. ábra

*Alakzat rajzolását igénylő feladat kivitelezése számítógép alapon
(Bennett és mtsai, 2008)*



46. ábra

*A számítógépes tesztelés során rajzolást lehetővé tevő
digitális ceruza szerkezeti képe*

A probléma költségesebb, de feltételezhetően kisebb médiahatást eredményező megoldását jelenti a digitális ceruza használata. Ekkor gyakorlatilag a diákoknak egy hagyományos ceruzához hasonló eszköz áll rendelkezésre, amit a tradicionális módon papíron használhatnak. A különbséget az jelenti, hogy a tollba épített digitalizáló és kommunikációs interfésznek köszönhetően a számítógép digitalizálja a diák által végzett rajzolást (46. ábra). Az így rögzített képek akár képfelismerő algoritmusokkal automatizáltan értékelhetőek is lehetnek. Az eszközzel való kísérleteket a német DIPF kutatócsoport végez.

Javaslat a diákok online tesztelésére való áttérésének segítéséhez

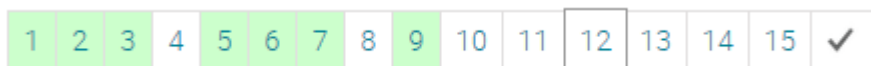
A online tesztelésre vonatkozó tapasztalatok begyűjtésekor 12-en is javasolták, hogy előnyösebb lenne, ha a diákok számára jobban azonosítható módon volna feltüntetve, hogy hány feladat van összesen, ebből mennyit oldottak meg, és mennyi idő van hátra a tesztelésből. Jelen mérés során a tesztképernyő tetején helyezkedett el egy fix szürke csík, amiben egy narancssárga csík növekedése jelezte, hogy tanuló hol tart a tesztelésben (47. ábra). A tesztelésből hátralévő, vagy a tesztben töltött idő nem került megjelenítésre.

Mérési azonosító: E516-U859

47. ábra

Az online teszt során megjelenő ütemező eszköz

Ez a paraméter azért is érdemel figyelmet, mert a kutatások felhívják a figyelmet, például Ito és Skyes (2004), hogy a diákok időgazdálkodása számítógépen rosszabb lehet, több azoknak az aránya, akik nem tudják időben befejezni a papír alapú médiumhoz képest. Ez a jelenség is a tesztmédium következtében megváltozó megoldási stratégiákra utal. Papír alapon a diákok a feladatlapok átlapozásával könnyedén és gyakorlottan pozícionálhatják magukat, hogy hol tartanak az egész teszt megoldását illetően. Számítógép alapon kevesebb gyakorlattal rendelkeznek, nem alkalmazhatják a bevált mechanizmusokat, ennek megfelelően több információt igényelnek. Érdemes lehet számukra egy feladatrács készítése, amelyben sorszáмок jelentik az egyes kérdéseket, színnel jelölve, hogy melyiket oldották már meg és bekeretezve azt, amit épp akkor oldanak meg. Ez egyben navigációra is felhasználható, tehát egy sorszámmra kattintva az adott feladatra ugorhatnak. Erre ad példát a NEO LMS e-learning rendszerében használt kérdésrács, ütemező eszköz (48. ábra). (Ez a szolgáltatás számítógép alapú adaptív tesztelés esetén nem alkalmazható, mivel ott nincs lehetőség a feladatok közötti navigációra.)



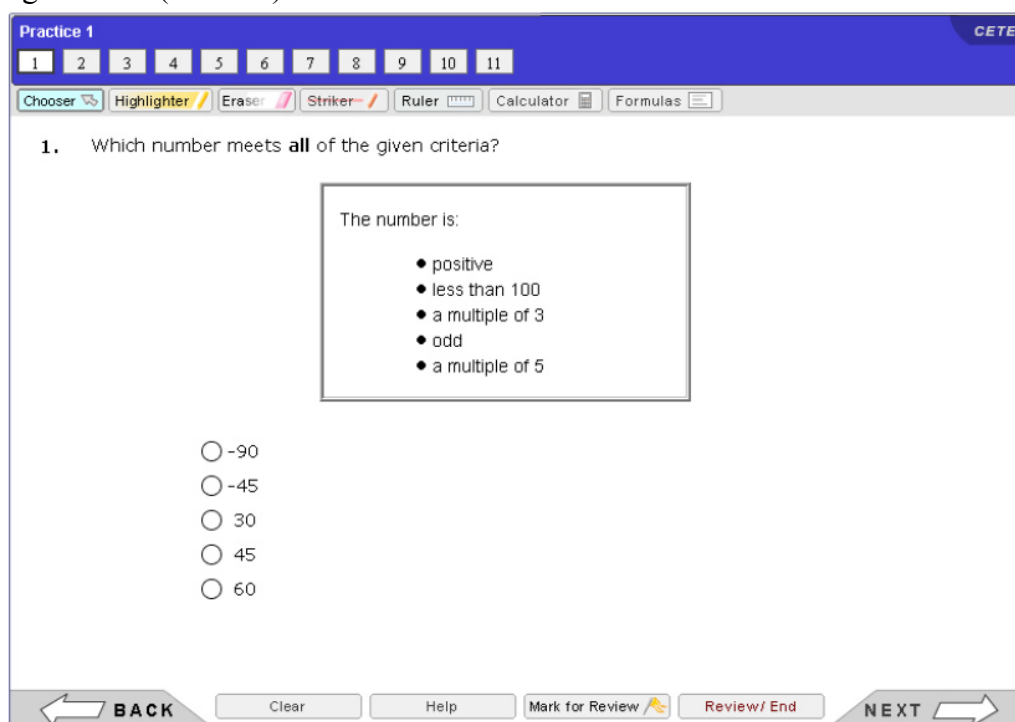
48. ábra

Feladatütemező eszköz (feladatrács) a NEO LMS rendszerből

A tesztelésben töltött idő és az összes idő párhuzamos megjelenítése lehet az ajánlatos megoldás, a visszaszámláló idő bizonyítottan frusztráló (Molnár és Pásztor, 2015)

Javaslat a speciális karakterek beillesztésére, karakterformázások elvégzésére

A kutatás rávilágított, hogy a tanulóknak nehézséget, frusztrációt jelentett, hogy nem tudták bevinni a különböző billentyűkombinációkat igénylő jeleket: '=', '<', '>', '%', '(', ')'; nem tudták a hatványozást jelölni, speciális jeleket bevinni pl.: C° , vagy törteket beilleszteni. A probléma megoldását jelentheti a billentyűkombinációk esetében, ha azok egy tutorial során bemutatásra és gyakorlásra kerülnek, azonban a többi probléma speciális megoldást igényel. Ehhez dedikált gombok, ikonok elhelyezését javaslom a tesztelési felületen, amelyek az adott teszt megoldásához szükséges szimbólumok bevitelére, formázások kivitelezésére lehetnek alkalmasak. Ezek használata sem feltétlenül magától értetődő, így egyúttal javaslom ezek használatának beemelését is a tutorial részbe. A törtek bevitelére Bennett és mtsai (2008) kutatása során alkalmazott tesztfeladat mutat egy példát (27. ábra). Poggio és mtsai (2005) által használt tesztelési felület szolgáltatást biztosító elemek megjelölésére, ahhoz, hogy azt később átnézzék, matematika formulák bevitelt segítő eszközt, tovább számológépet, digitális vonalzót és szövegkiemelőt (49. ábra).



49. ábra

Poggio és mtsai (2005) által használt tesztelési felület

További javaslat a teszt felületének ergonómiájára vonatkozóan

Az 1.2.2. fejezetben bemutatva, a szakirodalom egységesen igazolta, hogy az elektronikus tesztelés kedveltsége nagyobb, mint a papír alapú tesztelésé. A számítógép alapú tesztelés azonban további lehetőségeket is tartalmaz a fiatalabb korosztály számára a tesztfelület motiválóbba tételéhez. Ez olyan beavatkozás, ami növeli a papír és számítógép alapú tesztelés közötti különbségeket, de a diákokban lévő tudás felszínre hozatalában jelentős mértékben segíthet. A tesztfelület gyermekbarát kialakítása segítheti, hogy a tesztelés élmény legyen, a feladatok pozitív kihívást jelentsenek, ne pedig egy frusztráló számonkérés váljon belőle.

Ezt szolgálhatja a gazdag, színes illusztráció, a gyermekek világához illő grafikus elemek állandó használata. Szemvizsgálatokkal ellenőrizhető, hogy a tesztfelület milyen mértékű átalakítása növeli még az eredményességet, és mi az, ami már elvonja a figyelmet, és nem az előrelépést szolgálja.

A területhez illeszkedik az a javaslat is, amely az elemi iskolásoknál ajánlja, hogy a tesztelés befejeztével a százalékos értékelés helyett vagy mellett, más játékosabb, számukra értelmezhetőbb formában is történjen meg a visszajelzés az eredményességre vonatkozóan. A tanulók alsó tagozatban jellemzően nem tanulják a százalékszámítást, így nem egyértelmű számukra a visszajelzés. A visszacsatolási élmény biztosítása végett érdemes valamilyen motiváló grafikus elemekkel, vizualizált reflexiót biztosítani számukra.

Javaslat a tesztelés megszakadására vonatkozóan

Online tesztelés alkalmával a számítógép és a hálózat hibájából kifolyólag is megszakadhat a tesztelés folyamata. A fejlett tesztrendszereket felkészítik az ilyen helyzetekre, és ideális esetben a hiba helyreállása után a tesztelés folytatható. Amennyiben a böngésző vagy a számítógép újraindítását igényli a megfagyott tesztprogram, akkor a mérési azonosító ismételt megadásával a tesztelés ott folytatható, ahol abbamaradt, mentésre kerültek a korábbi megoldások. A legrosszabb esetet az jelenti, ha a számítógép, az operációs rendszer vagy valamelyik platform tönkre megy (és nincs több rendelkezésre álló gép), huzamosabb időre megszakad az internetkapcsolat, nem kerültek rögzítésre a diák korábbi megoldásai, egyéb speciális rövid távon nem megoldható hibák jelentkeznek. Ezeknél az eseteknél nem biztos, hogy van megoldás, azonban a tesztelésben résztvevő felügyelőket, koordinátorokat, rendszergazdákat fel kell készíteni, hogy mi ilyenkor a teendőjük. Olyan akciótervet kell kidolgozni, amely minden eshetőségre gondolva megadja a követendő cselekvési sort.

Javaslat a tesztelést megelőző operatív műveletek elősegítésére

Az akciótervhez hasonlóan ideális állapot, ha a mérésben résztvevők számára illusztrációkkal színesített brossúra segíti őket a mérés előtti feladatok elvégzésében. Ez lehet papír alapú vagy elektronikus, de fontos, hogy a tesztelésben résztvevőket az átállás első fázisában ilyen információk biztosításával segítsük. Világossá tegyük számukra, hogy mi-miért történik, milyen célokat szolgál a mérés, miért számítógépen történik stb. Több visszajelzés is vonatkozott erre az igényre. Egyesek zavarban voltak azzal kapcsolatban is, hogy milyen mértékben segíthetik a diákok online tesztelését, megmondhatják-e, hogy melyik billentyű hol helyezkedik el, vagy ezzel negatívan befolyásolják a kutatás megbízhatóságát, érvényességét.

Javaslat a tesztszerkesztésre vonatkozóan

A papír és számítógép alapú eredmények megfeleltethetőségének az egyik legfontosabb alapját jelenti, ha az itemek kiemelt gondossággal ellenőrizve a papírral azonos reprezentációval jelentek meg elektronikusan.

A tesztszerkesztést segíti, ha a feladatfelvivőknek nem kell és nem is lehet a betűméreten, betűtípuson változtatni, keretei vannak, hogy a szövegek hol helyezkedhetnek el, a szövegdobozok mekkora méretűek lehetnek, hogy a képek csak kizárólag jó felbontásban képezhetik a feladat részét stb. A 2. táblázat leírja, hogy melyek az előbb felsorolt paraméterek optimális esetei, a nemzetközi útmutatások szintén segítséget nyújtanak ebben. Érdemes már a feladatszerkesztésre vonatkozóan ilyen feltételekhez való igazodás segítése feladatsablonok által. Továbbá beépíthetők olyan ellenőrző automatizált mechanizmusok, amelyek jelzik, ha például több karakter helyezkedik el egy sorban, mint amennyi optimális, és javasolják a feladat korrekcióját, vagy jelölik, hogy médiahatás nagyobb lehet az adott feladatnál. Ehhez az ideális állapotot az jelentené, ha *Lent* (2009) javaslatának megfelelően irányelvek, útmutatások helyett nemzetközileg elfogadott standardok szabályoznák a számítógép alapú tesztelés különböző paramétereit.

Javaslat a számítógép alapú tesztelés gyakorlatlanságából eredő negatív hatásaira

A technológiai alapú tesztelés elterjedéséhez, népszerűségének növekedéséhez elengedhetetlen, hogy makroszint mellett mikroszinten, osztálytermi gyakorlatban is elfogadott mérés-értékelési forma legyen. Ezzel egyrésről a technológia alapú tesztelés előnyei iskolai környezetben is érvényesülhetnének, nemcsak az országos, nemzetközi nagymintás mérések esetén. Ezekre viszont olyan pozitív hatással bírna a mikroszintű alkalmazás, amely kiküszöbölné a technológia alapú tesztelés gyakorlatlanságából származó hátrányokat. Az osztálytermi környezetben való használat során a tanárok megtaníthatnák a papír alapú stratégiák mellett, hogy hogyan kell számítógépen feladatokat megoldani. Milyen helyzetekben ajánlott vagy szükségszerű a jegyzetpapírok használata, milyen adatokat kell kijegyzetelni, hogyan kell a két médiumot összeegyeztetni, figyelni a másolásból eredő hibákra, navigálni az egyes feladatok között, figyelni az ütemező eszközöket, visszatérni a problémás feladatokra stb. Figyelemfelkeltőnek tartom, hogy *Bennett* és *mtsai* (2008) hét évvel ezelőtti kutatásában résztvevő nyolcadikos tanulók 44%-a mondta, hogy számítógépet legalább egyszer egy héten használnak matematikai feladatok megoldásához.

A folyamatot elősegítheti, ha az iskoláknak lehetőségük van saját, önálló mérések lebonyolítására amihez a mérési intézetek platformot biztosíthatnak. A tanárokat továbbképzések alkalmával felkészíthetik a feladatírásra, rögzítésre, a tesztek élesítésére, lebonyolítására, adatok kiexportálására, értelmezésére. Az iskolák és a mérési intézetek közötti együttműködés a fenti előnyön túlmutat, és például feladatbank bővítési lehetőségeket jelenthet, növekedhet a technológia alapú tesztelés elfogadottsága, elterjedtsége. Egy ilyen folyamat elindítása az egész hazai mérés-értékelési kultúra fejlesztését eredményezheti.

ÖSSZEGZÉS

A technológia a lehetőségek új dimenzióját nyitotta meg a mérés-értékelés folyamatában. Azután, hogy mindennapi életünk, a munka világának elengedhetetlen részévé vált, a tanulási és tanítási tevékenységekben is kezd elengedhetetlen szerepet betölteni. Természetes következmény, hogy fokozatosan háttérbe szorulnak a tradicionálisnak számító módszerek, így a hagyományosnak nevezhető papír alapú tesztelés is. Megjelent az igény (Lent, 2009) az innovatívabb, több lehetőséget biztosító, költség és idő hatékonyabb, a diákok számára motiválóbba környezetet adó számítógép alapú mérés-értékelési rendszerek kidolgozására (Hülber és Molnár, 2013).

A disszertáció a technológiai alapú mérés-értékelésre való áttéréshez kívánt információkat nyújtani azáltal, hogy vizsgálta annak egy részterületét a papír és számítógép alapú tesztelés különbségeit. Az alapoktól kezdve a témában ismeretlenek számára kiindulópontot ad azáltal, hogy tisztázza a témakör alapfogalmait, bemutatja, szintetizálja, csoportba rendezi az elektronikus tesztelés fajtáit. Ezzel egyúttal azonosíthatóvá teszi, hogy a disszertáció kutatása során alkalmazott típus melyik kategóriába tartozik, milyen jellemzőkkel bír és lehetővé teszi annak többihez való viszonyítását.

Az elektronikus tesztelés előnyeit, az áttérés motivációit mindegyik témában elkészült publikáció említi, vázlatpontokban felsorolja, szubjektíven kiemelve részletez egy-egy pontot. A dolgozat ezen a szinten továbblépve valamennyi pozitívumot igyekszik felölelni, strukturáltan megmutatva a közöttük lévő kapcsolatokat és hierarchiába rendezve, hogy azok együtt milyen további előnyökhöz vezethetnek.

A technológia alapú tesztelés múltjának, jelenének és elképzelt jövőjének a bemutatása segít megérteni az egész elektronikus mérés-értékelés fejlődéstörténetét: honnan indult és hová tart, hogyan kapcsolódik az oktatáshoz, milyen módon befolyásolhatja a tanulás-tanítás folyamatát. Leírja, hogy a legfontosabb nemzetközi és jelentősebb nemzeti mérések esetében milyen mértékű a technológia tesztelésbe való implementációja. Rávilágít, hogy ahol korábban kezdődött az áttérés, ott az egymást követő technológia alapú tesztelés generációi időben eltávolodhatnak egymástól, szemben például a hazai helyzettel, ahol három generáció szinte párhuzamosan egymással, egy időben kezdődött meg. Egyúttal kiderül, hogy a disszertáció az első generáció problémáját, a papír alapú tesztek digitalizálásának kérdését helyezi fókuszba.

A disszertáció elméleti keretének lefektetése után a második fejezet a kutatás tárgyához közelít. Az áttéréssel kapcsolatos kérdéseket, nehézségeket veti fel, és megnevezi a dolgozat problémafelvetését: a tesztmédiám számítógép alapúvá tétele megváltoztatja-e az eredmények mintázatát. Igyekszik az összes aspektusát és lehetséges következményeit körbejárni a jelenséget leíró médiahatás fogalmának. Az elméleti bevezetést követően a fejezet szisztematikusan, teljességre törekedve mutatja be és szintetizálja a technológiára, mintára, teszt és itemparaméterekre, matematika műveltségterületre és a hazai vizsgálatokra fókuszálva az elmúlt két évtized jelentős összehasonlító, médiahatást kutató tanulmányait. A számtalan ismertett tanulmány után az adott fejezet jellemzi azok kutatási stratégiáit, kategóriákba rendezve, elemzi módszertani profiljukat, erősségeiket, gyengeségeiket és azok következményeit. Ennek a résznek szintén célja, hogy elhelyezze a dolgozat kutatási

stratégiáját, mintegy előkészítve a következő fejezetet. Ezt megelőzőn a rész utolsó alfejezete a technológia alapú tesztelésre vonatkozó nemzetközi útmutatásokat, irányelveket tartalmazó dokumentumait mutatja be, valamint kijelenti, ha a mérési intézetek, kutatások szigorúan követnék ezen dokumentumok tartalmát, akkor lényegesen megbízhatóbb, érvényesebb és objektívabb technológia alapú tesztelések valósulhatnak meg. A helyzetet tovább segítené, ha az irányelvek mellett általánosan elfogadott nemzetközi standardok vonatkoznának az elektronikus tesztelés különböző paramétereire.

A harmadik fejezet a disszertáció alapját képező empirikus kutatást mutatja be. A dolgozat papír és számítógép alapú tesztek összevetésével kívánja vizsgálni a médiahatás jelenségét matematika területén, 1-6 évfolyamon. Indoklásra kerül a választott terület és korosztály. Matematikára a tanulói előmenetel szempontjából, a köznevelésében lévő meghatározó szerepe miatt esett a választás. Az életkor esetében pedig ebben az intervallumban lehetett nagy technológiai jártasságbéli különbségeket feltételezni, ezáltal vizsgálni azt, hogy hány éves kortól alkalmazható számítógép a méréseknél. Az általános szerkezetet követve rögzítettük a kutatás céljait, hipotéziseit a megbízhatóságra, átlagos különbségekre, az itemek és minta jellemzőire vonatkozóan. Részletesen bemutatjuk a kutatás módszereit, eszközeit. Az eljárások változatos és modern eszközrendszerrel operálnak: mintaillesztést alkalmaz a megbízhatóság növelése érdekében, a különböző tesztváltozatokat fejlett horgonyzási technikával kapcsolja össze, valószínűségi tesztelméleti módszerek jelentik a statisztikai számítások alapjait. Az összehasonlítás teljeskörű elvégzéséhez a fejezet rögzít egy változórendszert, amely a feladathoz tartozó információk feldolgozásától a feladatmegoldáson keresztül a feladatmegoldó tevékenységgel bezáróan igyekszik minden lehetséges tényezőt figyelembe venni és szisztematikusan integrálni a modellbe. Ez utóbbi lényeges eredménye a dolgozatnak, mivel a felállított modell más terület, platform stb. mentén is alkalmazható, adaptálható médiahatást kutató vizsgálatokhoz. A kutatás általánosíthatóságát tekintve kiváló paraméterekkel rendelkezik, mivel nagy mintaelemszám áll rendelkezésére, és az itemjellemzők széles spektrumának lefedése történik meg.

Az utolsó fejezet hivatott az eredmények bemutatására és az azokból levonható következtetések rögzítésére. Az eredmények rávilágítanak, hogy az 1-6. évfolyamon is megbízhatóan alkalmazhatóak az elektronikus mérési módszerek, az átlagok szintjén nem jelentkeztek különbségek a kutatásnál. A médiahatás előrejelzése szempontjából a legmeghatározóbb tényezőnek az életkor bizonyult. Az első három évfolyam tekintetében jelentkeztek elsősorban a különbségek mind az itemek, mind a minta paramétereit tekintve. Negyedik évfolyamtól közelítenek egymáshoz az eredmények, amelyek hatodik évfolyamra érik el a megbízható összevethetőség kritériumát. Az eredmények rávilágítanak, hogy a diákok megoldási stratégiája tesztmédiium függő. Az első három évfolyam jobban mer próbálkozni, kevesebb a válasz nélkül hagyott feladat, ami azt eredményezi, hogy az alternatív választás feladattípusnál a diákok számítógépen szignifikánsan jobban teljesítenek. Hasonlóan, a grafikus elemeket tartalmazó feladatoknál, amelyek feltehetőleg nagyobb figyelmet váltanak ki a diákokból, avagy számítógépen élethűbb a megjelenítésük.

A statisztikai, kombinatorikai tartalmú, magasabb szintű műveletet igénylő feladatok papír alapon könnyebbek, feltehetőleg itt a gyakorlatlanság okozza a problémát, és ahelyett, hogy a diákok jegyzetpapírt használnának a megoldáshoz, fejben próbálják a műveleteket elvégezni olyan feladattípusoknál, ahol ez nem megfelelő stratégiát jelent.

A szövegalkotó feladatok a hipotézissel ellentétben ugyanolyan nehéznek bizonyultak mindkét médiumon. Felmerül azonban a kérdés, hogy az azonos teljesítés mellett a diákoknak több időt vesz-e igénybe ugyanazon jó válaszok számítógépen való rögzítése, mint papír alapon. Ebben az esetben az itemek szintjén nem, de a teszt egészét tekintve befolyásoló erővel bírhatnak a szövegalkotó feladatok. A szövegbevitelt tekintve egyértelmű hátrány a billentyűkombinációt igénylő karakterek vagy szimbólumok bevitelénél, speciális formázások kivitelezésénél jelentkezett.

A minta jellemzőit tekintve első évfolyamon a lányoknál mutatkozott hátrány számítógép alapon. A szülők iskolai végzettségét tekintve az első három évfolyamon azok kerültek hátrányba elektronikus felületen, akik felsőfokú végzettséggel rendelkeztek. Ezen tanulók jobb képességűek, és feltehetőleg őket jobban frusztrálta a tesztmédium megváltozása, hogy nem tudják kamatoztatni a megoldási rutinjukat. A többi mintajellemző esetében egyértelmű hatást, mintázatot nem lehetett kimutatni.

A változatos feladatformák alkalmazása növelheti a papír és számítógép alapú teszteredmények számszerű megfeleltethetőségét, miután a feladatokon belül megjelenő médiahatás már a teszt szintjén kiegyenlíthető. Azonos típusú feladatok alkalmazása nagyobb odafigyelést és az eredmények transzformációját, újraskálázását igényelheti, mivel ilyen esetben halmozottan jelentkezhet médiahatás. A kutatás eredményeinek alapján a kisiskolás diákok körében alkalmazott elektronikus tesztek igényelnek külön figyelmet a technológiai jártasság és az átállás jelen fázisában (*Hülber és Molnár, 2013*).

A fejezet záró része javaslatok megfogalmazásával foglalkozik. A szakirodalom szintéziséből, a kutatás tapasztalataiból és a mérésben résztvevők visszajelzéseiből olyan gyakorlatban alkalmazható ajánlások keletkeztek, amelyek egyben új kutatási irányokat is kijelölhetnek. Céljuk a papírról számítógép alapú tesztelésre való átállás segítése, az elektronikus tesztelés jóságmutatóinak növelése. Ezen információk területtől, tesztelési platformtól függetlenül is felhasználhatóak, ellenőrizhetők jövőbeni kutatásokban.

A disszertáció a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlíthatóságára végzett kutatást egy adott műveltségi területen és életkori intervallumon, amelyek egyben az általánosíthatóság korlátját is jelentik. Az eredmények felhasználhatóak az összevetés igénye nélkül is a technológia alapú mérésekhez, mivel információt adnak a megbízható, érvényes és objektív elektronikus tesztelés megvalósításához. Azzal az általános megkötéssel és szakirodalmi konklúzióval, hogy egy sok szempontból egyedi jellemzőkkel bíró összehasonlító vizsgálatból származó információkat nem lehet általánosítani egy más megnyilvánulási paraméterekkel bíró tesztelési folyamatra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban szüleimnek, *Édesanyámnak* és *Édesapámnak* szeretném megköszönni azt az élet minden területére kiterjedő támogatást, amely lehetővé tette, hogy megvalósítsam céljaimat. Köszönöm *Páromnak*, hogy biztos és nyugodt háttérrel biztosított számomra és türelemmel viselte az elmúlt időszak megpróbáltatásait.

Nagyon köszönöm témavezetőmnek, *Molnár Gyöngyvérnek* a folyamatos szakmai támogatását, az állandó motiváció biztosítását, amelynek segítségével eljuthattam a doktori képzés befejezéséig. Köszönettel tartozom a Neveléstudományi Doktori Iskola vezetőjének, *Csapó Benőnek*, hogy tevőlegesen segítette szakmai fejlődésemet.

Hálámat szeretném kifejezni a Neveléstudományi Doktori Iskola tanárainak, akik formálták, kialakították kutatói szemléletemet: *Vidákovich Tibornak*, *Nagy Józsefnek*, *Józsa Krisztiánnak*, *Molnár Edit Katalinnak*, *Korom Erzsébetnek*. Külön szeretném megköszönni *Csíkos Csabának*, aki tanári képzésem során ajánlotta és hívta fel figyelmemet a doktori képzésre. Szeretném köszönetemet tolmácsolni *Kárpáti Andreának*, aki hasznos tanácsokkal látott el a tutorial program vázlatrajzainak készítése során.

Tanulmányi ügyeim intézésével kapcsolatban mindig számíthattam *Kléner Judit*, *Molnár Katalin*, *Csomorné Benkovics Ágnes*, *Hódi Márta* és *Orosz Gábor* segítségére – köszönöm munkájukat! Külön szeretném hálámat kifejezni *Sisák Bernadett* részére, akinek nagy érdeme van a kutatást jellemző magas mintaelemszám elérésében, a résztvevő intézményekkel való magas színvonalú ügyintézésének köszönhetően.

Köszönöm az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoportnak, hogy a Diagnosztikus mérések fejlesztése elnevezésű projekt első fázisának "A diagnosztikus mérések feladatrendszerének kidolgozása, feladatbankok kiépítése" című, *Vidákovich Tibor* által vezetett munkacsomagjában kidolgozott és bemért matematikafeladatokat felhasználhattam.

Köszönettel tartozom az intézményeknek, mérési koordinátoroknak, felügyelőknek, rendszergazdáknak, informatikusoknak és a tanulóknak, hogy a mérésben való részvételükkel támogatták a kutatás megvalósulását!

IRODALOMJEGYZÉK

- Abonyi-Tóth Andor és Mátételki Péter (2011): *Bevezetés az info-kommunikációs akadálymentesítés világába – Hardver és szoftver segédeszközök*. Fogyatékos Személyek Esélyegyenlőségéért Közalapítvány, Budapest.
- Ainley, J., Fraillon, J., Gebhardt, E. és Schulz, W. (2012): *ACARA National Assessment Program – ICT literacy Years 6 & 10 report*. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, Sydney.
- Ainley, M. (2006): Connecting with learning: Motivation, affect and cognition in interest processes. *Educational Psychology Review*, **18**. 4. sz. 391–405.
- Amelung, M., Krieger, K. és Rösner, D. (2011): E-assessment as a service. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, **4**. 2. sz. 162–174.
- American Educational Research Association (AERA), American Psychological Association (APA) és National Council on Measurement in Education (NCME) (1999, 2014): *Standards for educational and psychological testing*. Washington, Amerikai Egyesült Államok.
- Applegate, B. (1993): Construction of geometric analogy problems by young children in a computer-based test. *Journal of Educational Computing Research*, **9**. 1. sz. 61–77.
- Armand, J. T., Redick, T. S. és Poulsen, J. R. (2014): Task-specific performance effects with different numeric keypad layouts. *Applied Ergonomics*, **45**. sz. 917–922.
- Association of Test Publishers (2000): *Guidelines for computer-based testing*. Association of Test Publishers, Washington, D.C.
- Asztalos Kata és Csapó Benő (2014): Online assessment of musical abilities in Hungarian primary schools – Results of first, third and fifth grade students. *Bulletin of the International Kodály Society*, **39**. 1. sz. 3–14.
- Babály Bernadett, Budai László és Kárpáti Andrea (2013): A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra*, **23**. 11. sz. 6–19.
- Baker, R. és Yacef, K. (2009): The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. *Journal of Educational Data Mining*, **1**. 1. sz. 3–17.
- Balázs Ildikó, Balkányi Péter, Bánfi Ilona, Szalay Balázs és Szepesi Ildikó (2012): *PIRLS és TIMSS 2011 Összefoglaló jelentés a 4. évfolyamos tanulók eredményeiről*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Balázs Ildikó, Ostorics László, Szalay Balázs, Szepesi Ildikó és Vadász Csaba (2013): *PISA2012 Összefoglaló jelentés*. Oktatási Hivatal, Budapest.
- Baron-Cohen, S. (2004): *The essential difference: male and female brains and the truth about autism*. Basic Books, New York.
- Barnes, S. K. (2010): Using computer-based testing with young children. Előadás. NERA Conference Proceedings 2010. Paper 22.
- Báthory Zoltán (1992): *Tanulók, iskolák – különbségek*. Tankönyvkiadó, Budapest.

- Becker, J. (2004): *Computergestütztes Adaptives Testen (CAT) von Angst entwickelt auf der Grundlage der Item Response Theorie (IRT)*. Digitális disszertáció. Freie Universität, Berlin.
- Bejar, I. I. (1996): *Generative response modeling: Leveraging the computer as a test delivery medium* (RR-96-13). Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Bennett, R. E. (1994): *An electronic infrastructure for a future generation of tests*. Research Report RR-94-61. Educational Testing Service, Princeton.
- Bennett, R. E. (1998): *Reinventing assessment: Speculations on the future of large-scale educational testing*. Policy Information Center, Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Bennett, R. E. (2003): *Online assessment and the comparability of score meaning*. Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Bennett, R. E. (2008). *Technology for large-scale assessment*. ETS Report No. RM-08-10. Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Bennett, R. E. (2010): Technology for large-scale assessment, In: Peterson, P., Baker E. és McGaw, B. (szerk.): *International Encyclopedia of Education*. Oxford, Elsevier. 48–55.
- Bennett, R. E. (2011): Innovative assessment systems: The role of new technology. Előadás. International Computer Assisted Assessment Conference, 2011. július., Southampton, Anglia.
- Bennett, R. E., Braswell, J., Oranje, A., Sandene, B., Kaplan, B. és Yan, F. (2008): Does it matter if I take my mathematics test on computer? A second empirical study of mode effects in NAEP. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, 6. 9. sz. 4–38.
- Bennett, R. E., Goodman, M., Hessinger, J., Kahn, H., Ligget, J. és Marshall, G. (1999): Using multimedia in large-scale computer-based testing programs. *Computers in Human Behaviour*, 15. 3-4. sz. 283–294.
- Bennett, R. E., Persky, H., Weiss, A. R. és Jenkins, F. (2007): *Problem solving in technology-rich environments: A report from the NAEP technology-based assessment project (NCES 2007-466)*. National Center for Education Statistics, US Department of Education, Washington, DC.
- Berends, M. (2006): Survey research methods in educational research. In: Green, J., Camilli, G. és Elmore, P. (szerk.): *Handbook of complementary methods for research in education*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 623–640.
- Bernard, M., Fernandez, M. és Hull, S. (2002): The effects of line length on children and adults' online reading performance. *Usability News*, 4. 2. sz. 1–7.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M. és Rumble, M. (2012): Defining 21st century skills. In: Griffin, P., McGaw, B. és Care, E. (szerk.): *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 17–66.
- Bjerkestrand, O. (2009): The European coherent framework of indicators and benchmarks and implications for computer-based assessment. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computerbased assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. 24–29.

- Björnsson, J. K. (2008): Changing Icelandic national testing from traditional paper and pencil to computer-based assessment: Some background, challenges and problems to overcome. In: Scheuermann, F. és Guimaraes Pereira, A. (szerk.): *Towards a research agenda in computer-based assessment: Challenges and needs for European educational measurement*. European Commission Joint Research Centre, Ispra. 10–15.
- Bodmann, S. M. és Robinson, D. H. (2004): Speed and performance differences among computer-based and paper-pencil tests. *Journal of Educational Computing Research*, **31**. 1. sz. 51–60.
- Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D. és Seaton, D. T. (2013): Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research & Practice in Assessment*, **8**. 1. sz. 13–25.
- Bridgeman, B. (2009): Experiences from large-scale computer-based testing in the USA. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 39–45.
- Bridgeman, B., Lennon, M. L. és Jackenthal, A. (2003): Effects of screen size, screen resolution, and display rate on computer-based test performance. *Applied Measurement in Education*, **16**. 3. sz. 191–205.
- British Psychological Society Psychological Testing Centre (2002): *Guidelines for the development and use of computer-based assessments*. British Psychological Society, Leicester.
- British Psychological Society Steering Committee on Test Standards (2006): *Using online assessment tools for recruitment*. Psychological Testing Centre, Leicester.
- Brown, J. A., Fishco, V. V. és Hanna, G. (1993): *Nelson–Denny reading test: Manual for scoring and interpretation*. IL: Riverside Publishing, Forms G & H. Rolling Meadows.
- Bunderson, V. C., Inouye, D. K. és Olsen, J. B. (1989): The four generations of computerized educational measurement. In: Linn, R. L. (szerk.): *Educational Measurement*. Macmillan, New York. 367–407.
- Butcher, P. G. és Jordan, S. E. (2010): A comparison of human and computer marking of short free-text student responses, *Computers and Education*, **55**. 489–499.
- Cachia, R., Ferrari, A., Ala-Mutka, K. és Punie, Y. (2010): *Creative learning and innovative teaching: Final report on the study on creativity and innovation in education in EU member states*. European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies, Seville.
<http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=3900> (utolsó megtekintés: 2014. augusztus 10).
- Calhoon, M. B., Fuchs, L. S. és Hamlett, C. L. (2000): Effects of computer-based test accommodations on mathematics performance assessments for secondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, **23**. 4. sz. 271–282.
- Cassady, J. C. és Gridley, B. E. (2005): The effects of online formative and summative assessment on test anxiety and performance. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, **4**. 1. sz. 1–31.
- Cavanagh, S. (2014): NAEP crafts plans to deploy tablets for testing. *Education Week*, **33**. 29. sz. 12–13.

- Chen, H. és He, B. (2013). Automated essay scoring by maximizing human-machine agreement. Előadás. In: Proceedings of the 2013 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2013 október 18-21, Washington, Amerikai Egyesült Államok.
- Chen, M., Jackson, W. A., Parsons, C., Sindt, K. M., Summerville, J. B., Tharp, D. D., Ullrich, R. R. és Caffarella, E. P. (1996): The effects of font size in a hypertext computer based instruction environment. Előadás. 18th National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Indianapolis, Amerikai Egyesült Államok.
- Choi, S. W. és Tinkler, T. (2002): Evaluating comparability of paper-and-pencil and computer-based assessment in a K-12 setting. Előadás. In: Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, New Orleans, LA.
- City & Guilds (2009): Centre guide - Delivering international qualifications.
- Clariana, R. és Wallace, P. (2002): Paper-based versus computer-based assessment: key factors associated with the test mode effect. *British Journal of Educational Technology*, **33**. 5. sz. 593–602.
- Clariana, R. és Wallace, P. (2005): Test mode familiarity and performance-gender and race comparisons of test scores among computer-literate students in advanced information systems courses. *Journal of Information Systems Education*, **16**. 2. sz. 177–182.
- Coalition, I. E. (2012): *Enabling technologies for Europe 2020*. Lisbon Council, Brüsszel.
- Council of the European Union (2006): Recommendation of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. (2006/962/EC) *Official Journal of the European Union*, L394/10.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Crocker, L. (2006): Introduction to measurement theory. In: Green, J. L., Camilli, G. és Elmore, P. B. (szerk.): *Handbook of complementary methods in education research*. Erlbaum, Mahwah, NJ. 371–384.
- Cronbach, L. J. (1951): Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, **16**. 3. sz. 297–334.
- Cronbach, L. J. és Meehl, P. C. (1955): Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, **52**. sz. 281–302.
- CTB/McGraw-Hill (2003): *The computer-based or online administration of paper-pencil tests*. CTB/McGraw-Hill, Amerikai Egyesült Államok.
- Csapó Benő (2015): A magyar közoktatás problémái az adatok tükrében. *Iskolakultúra*, **25**. 7-8. sz. 4–17.
- Csapó, B., Ainley, J., Bennett, R., Latour, T. és Law, N. (2012): Technological issues of computer-based assessment of 21st century skills. In: McGaw, B. és Griffin, P. (szerk.): *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer, New York. 143–230.

- Csapó Benő, Lőrincz András és Molnár Gyöngyvér (2012): Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In: Ifenthaler, D., Eseryel, D. és Ge, X. (szerk.): *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives*. Springer, New York. 235–254.
- Csapó, B., Molnár, Gy. és Nagy, J. (2014): Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of Educational Psychology*, **106**. 2. sz. 639–650.
- Csapó Benő, Molnár Gyöngyvér és Nagy József (2015): A DIFER tesztek online változatával végzett mérések tapasztalatai. In: Zsolnai Anikó és Csapó Benő (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 163–182.
- Csapó Benő, Molnár Gyöngyvér, Pap-Szigeti Róbert és R. Tóth Krisztina (2009): A mérés-értékelés új tendenciái: a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlító vizsgálatai általános iskolás, illetve főiskolás diákok körében. In: Perjés István és Kozma Tamás (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban. Hatékony tudomány, pedagógiai kultúra, sikeres iskola*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 99–108.
- Csapó Benő, Molnár Gyöngyvér és R. Tóth Krisztina (2008): A papír alapú tesztetől a számítógépes adaptív tesztelésig: a pedagógiai mérés-értékelés technikájának fejlődési tendenciái. *Iskolakultúra*, **18**. 3–4. sz. 3–16.
- Csikós Csaba és B. Németh Mária (2002): A tesztekkel mérhető tudás. In: Csapó Benő (szerk.): *Iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 91–122.
- Csikós Csaba és Csapó Benő (2011): A diagnosztikus matematika mérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti alapok és gyakorlati kérdések. In: Csapó Benő és Szendrei Mária (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 59–99.
- Digitális menetrend (2010):
http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/index_hu.htm
 (utolsó megtekintés: 2014. szeptember 7.)
- Dillon, A., Richardson, J. és McKnight, C. (1990): The effects of display size and text splitting on reading lengthy text from screen. *Behaviour & Information Technology*, **9**. 3. sz. 215–227.
- Dillon, A. (1992): Reading from paper versus screens: A critical review of the empirical literature. *Ergonomics*, **35**. 10. sz. 1297–1326.
- Dimock, P. H. és Cormier, P. (1991): The effects of format differences and computer experience on performance and anxiety on a computer-administered test. *Measurement & Evaluation in Counseling & Development*, **24**. 3. sz. 119–126.
- Dolan, R. P., Hall, T. E., Banerjee, M., Chun, E. és Strangman, N. (2005): Applying principles of universal design to test delivery: The effect of computer-based readaloud on test performance of high school students with learning disabilities. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, **3**. 7. sz. 1–33.
- Dyson, M. C. és Kipping, G. J. (1998): The effects of line length and method of movement on patterns of reading from screen. *Visible Language*, **32**. 2. sz. 150–181.

- Educational Testing Service (1998): *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics*. Policy Information Center Research Division Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Eignor, D. R. (1993): Deriving comparable scores for computer adaptive and conventional tests: An example using the SAT. Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, Atlanta, GA.
- Ellis, S. és Barrs, M. (2008): The assessment of creative learning. In: Seftongreen, J. (szerk.): *Creative learning*. Creative Partnerships, London. 73–89.
- Eurydice (2012): *Developing key competences at school in Europe: Challenges and opportunities for policy*. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, Brussels.
- Ewing, M., Wiley, A és Gillie, J. M. (2003): Moving from paper-and-pencil administration to computer-based testing: An investigation of construct equivalence and subgroup difference. Előadás. Annual meeting of National council on Measurement in Education, Chicago, IL.
- Farcot, M. és Latour, T. (2009): Transitioning to computer-based assessments: A question of costs. In: Scheuermann, F. és Bjornsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. European Communities, Brüsszel. 108–116.
- Fenn, J. és LeHong, H. (2011): *Hype cycle for emerging technologies*, Gartner.
- Ferrari, A., Cachia, R. és Punie, Y. (2009): *Innovation and creativity in education and training in the EU member states: Fostering creative learning and supporting innovative teaching. Literature review on innovation and creativity in E&T in the EU member states (ICEAC). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.* <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=2700> (utolsó megtekintés: 2014. augusztus 10.)
- Fitzpatrick, S. és Triscari, R. (2005): Comparability studies of the Virginia computerdelivered tests. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- Fuchs, M. (2009): Differences in the visual design language of paper-and-pencil surveys vs. Web surveys. A field experimental study on the length of response fields in open-ended frequency questions. *Social Science Computer Review*, **27**. 2. sz. 213–227.
- Frey, A. (2007): Adaptives Testen. In: Moosbrugger, H. és Kelava, A. (szerk.): *Test theorie und Testkonstruktion*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Frey, A. és Seitz, N. N. (2009): Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges. *Studies in Educational Evaluation*, **35**. 2–3. sz. 89–94.
- Gallagher, A., Bridgeman, B. és Cahalan, C. (2002): The effect of computer-based tests on racial-ethnic and gender groups. *Journal of Educational Measurement*, **39**. 2. sz. 133–147
- Gleser, L. J. és Olkin, I. (1994): Stochastically dependent effect sizes. In: Cooper, H. M. és Hedges, L. V. (szerk.): *The handbook of research synthesis*. Sage, New York. 339–355.

- Garrett, N., Thoms, B., Alrushiedat, N. és Ryan, T. (2009): Social ePortfolios as the new course management system. *On the Horizon*, **17**. 3. sz. 197–207.
- Gierl, M. J. és Haladyna, T. M. (2013): *Automatic item generation: Theory and practice*. NY: Routledge, New York.
- Goldberg, A. és Pedulla, J. J. (2002): Performance differences according to test mode and computer familiarity on a practice GRE. *Educational and Psychological Measurement*, **62**. 6. sz. 1053–1067
- Greenwood, L., Cole, U. M., McBride, F. V., Morrison, H., Cowan, P. és Lee, M. (2000): Can the same results be obtained using computer-mediated tests as for paper-based tests for National Curriculum assessment? *Proceedings of the International Conference on Mathematics/Science, Education and Technology*, **1**. 1. sz. 179–184.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, G., Fischer, A., Funke, J. és Csapó, B. (2013): Complex problem solving in educational contexts – Something beyond g: Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, **105**. 2. sz. 364.
- Griffin, P., McGaw, B. és Care, E. (2012): The changing role of education and schools. In: Griffin, P., McGaw, B. és Care, E. (2012): *Assessment and teaching 21st century skills*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 1–16.
- Guthrie, L. F. és Richardson, S. (1995): Turned on to language arts: computer literacy in the primary grades. *Educational Leadership*, **53**. 2. sz. 7–14.
- Gyarmathy Éva (2012): Ki van kulturális lemaradásban? In: Tóth-Mózer Szilvia, Lévai Dóra és Szekszárdi Júlia (szerk.): *Digitális nemzedék konferencia 2012 Tanulmánykötet*, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 9–12.
- Hadwin, A., Winne, P. és Nesbit, J. (2005): Roles for software technologies in advancing research and theory in educational psychology. *The British Journal of Educational Psychology*, **75**. 1. sz. 1–24.
- Haladyna, T. M., és Rodriguez, M. C. (2013): *Developing and validating test items*. Routledge, New York.
- Halldórsson, A., McKelvie, P. és Björnsson, J. (2009): Are Icelandic boys really better on computerized tests than conventional ones: Interaction between gender test modality and test performance. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment. New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 178–193.
- Hargreaves, M., Shorrocks-Taylor, D., Swinnerton, B., Tait, K. és Threlfall, J. (2004): Computer or paper? That is the question: Does the medium in which assessment questions are presented affect children's performance in mathematics? *Educational Review*, **46**, 1. sz. 29–42.
- He, Y., Hui, S. C. és Quan, T. T. (2009): Automatic summary assessment for intelligent tutoring systems, *Computers and Education*, **53**. 3. sz. 890–899.
- Higgins, J., Russell, M. és Hoffman, T. (2005): Examining the effect of computer-based passage presentation on reading test performance. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, **3**. 4. sz. 4–35.

- Hofer, P. J. és Green, B. F. (1985): The challenge of competence and creativity in computerized psychological testing. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, **53**. 6. sz. 826–838.
- Hollands, J. G., Parker, H. A., McFadden, S. és Boothby, R. (2002): LCD versus CRT displays: A comparison of visual search performances for colored symbols. *Human Factors*, **44**. 2. sz. 210–221.
- Hollenbeck, K., Tindal, G., Stieber, S. és Harniss, M. (1999): *Handwritten vs. word processed statewide compositions: Do judges rate them differently?* University of Oregon, BRT, Eugene, OR.
- Horkay, N., Bennett, R. E., Allen, N. és Kaplan, B. (2005): Online assessment in writing. In: Sandene, B., Horkay, N., Bennett, R. E., Allen, N., Braswell, J., Kaplan, B. és Oranje, A. (szerk.): *Online assessment in mathematics and writing: Reports from the NAEP technology-based assessment project (NCES 2005–457)*. National Center for Education Statistics, US Department of Education, Washington, DC. 85–176.
- Horkay, N., Bennett, R. E., Allen, N., Kaplan, B. és Yan, F. (2006): Does it matter if I take my writing test on computer? An empirical study of mode effects in NAEP. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, **5**. 2. sz. 1–50.
- Horne, J. (2007): Gender differences in computerised and conventional educational tests. *Journal of Computer Assisted Learning*, **23**. 1. sz. 47–55.
- Hódi Ágnes és Tóth Krisztina (2009): Olvasási képesség mérése számítógépes környezetben. IX. Országos Neveléstudományi Konferencia, Veszprém, 2009. november 19–21.
- Hunya Márta (2013): IKT-felmérés az európai iskolákban. <http://www.ofi.hu/hirek-aktualitasok/essie-tanulmany>. (utolsó megtekintés: 2014. január 30)
- Hülber László (2012): A papír és a számítógép alapú tesztelés összehasonlító vizsgálata különböző item paraméterek mentén. *Iskolakultúra*, **22**. 12. sz. 13–26.
- Hülber László és Molnár Gyöngyvér (2013): Papír és számítógép alapú tesztelés nagymintás összehasonlító vizsgálata matematika területén, 1-6. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, **113**. 4. sz. 243–263.
- IEA (2013): A roadmap towards computer based assessment. Előadás. 54th IEA General Assembly, 2013. október 7-10., Lisszabon, Portugália.
- Illingworth, A. J., Morelli, N. A., Scott, J. C. és Boyd, S. L. (2014): Internet-based, unproctored assessments on mobile and non-mobile devices: Usage, measurement equivalence, and outcomes. *Journal of Business and Psychology*, **29**. 1. sz. 1–19.
- International Test Commission (2005): *International guidelines on computer-based and internet delivered testing*. International Test Commission. Bruxelles.
- iSolutions (2009): *Computer-aided assessment policy and procedures*. University of Southampton, Southampton.
- Ito, K. és Sykes, R. C. (2004): Comparability of scores from norm-reference paper-and-pencil and web-based linear tests for grades 4–12. Előadás. Annual meeting of the American Educational Research Association, 2004. április 12-16., San Diego, Amerikai Egyesült Államok.

- Jacko, J. A., Sears, A. és Borella, M. S. (2000): The effect of network delay and media on user perceptions of web resources. *Behaviour & Information Technology*, **19**. 6. sz. 427–439.
- Jodoin, M., Zenisky, A. és Hambleton, R. K. (2006): Comparison of the psychometric properties of several computer-based test designs for credentialing exams with multiple purposes. *Applied Measurement in Education*, **19**. 3. sz. 203–220.
- Johnson, L., Adams, S. és Cummins, M. (2012): *NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition*. The New Media Consortium, Austin, Texas.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. és Haywood, K. (2011): *The 2011 Horizon Report*. The New Media Consortium, Austin, Texas.
- Johnson, M. és Green, S. (2006): On-line mathematics assessment: The impact of mode on performance and question answering strategies. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, **4**. 5. sz. 4–33.
- Joint Information Systems Committee (2007): *Effective practice with e-assessment*. Higher Education Funding Council for England (HEFCE).
- Keng, L., McClarty, K. L. és Davis, L. L. (2008): Item-level comparative analysis of online and paper administrations of the Texas assessment of knowledge and skills. *Applied Measurement in Education*, **21**. 3. sz. 207–226.
- Kim, J. P. (1999): Meta-analysis of equivalence of computerized and P&P tests on ability measures. Előadás. Annual Meeting of the Mid-Western Educational Research Association. 1999. október 13-16., Chicago, Amerikai Egyesült Államok.
- Kingston, N. M. (2009): Comparability of computer- and paper-administered multiple-choice tests for K-12 populations: A synthesis. *Applied Measurement in Education*, **22**. 1. sz. 22–37.
- Kingery, D. és Furuta, R. (1997): Skimming electronic newspaper headlines: A study of typeface, point size, screen resolution, and monitor size. *Information Processing and Management*, **33**. 5. sz. 685–696.
- Kinyó László (2014): 1-6. évfolyamos tanulók társadalmi és állampolgári ismereteinek vizsgálata hagyományos és online tesztkörnyezetben. XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia Program. Szeged, május 2014. 1–3.
- Kolen, M.J. (1999): Threats to score comparability with applications to performance assessments and computerized adaptive tests. *Educational Assessment*, **6**. 2. sz. 73–96.
- Kozma, R. B. (2008): Comparative analysis of policies for ICT in education. In: Voogt, J., és Knzek, G. (szerk.): *International handbook on information technology in primary and secondary education*. Springer, New York. 1083–1096
- Kőfalvi Tamás (2006): *E-tanítás. Információs és kommunikációs technológiák felhasználása az oktatásban*. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest.
- Latour, T. és Farcot, M. (2008): An open source and large-scale computer-based assessment platform: A real winner. In: Scheuermann, F. és Pereira, A. G. (szerk.): *Towards a research agenda on computer-based assessment. Challenges and needs for European educational measurement*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. 64–67.

- Law, N., Pelgrum, W. J. és Plomp, T. (szerk., 2008): *Pedagogy and ICT use in schools around the world: findings from the IEA SITES 2006 study*. Comparative Education Research Center, Hong Kong.
- Lee, M-K. (2009): CBAS in Korea: Experiences, results and challenges. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment. New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 194–200.
- Leeson, H. V. (2006): The mode effect: A literature review of human and technological issues in computerized testing. *International Journal of Testing*, **6**. 1. sz. 1–24.
- Lennon, M., Kirsch, I., Von Davier, M., Wagner, M. és Yamamoto, K. (2003): Feasibility study for the PISA ICT literacy assessment. Report to network A. ACER, ETS, NIER.
- Lent, v. G. (2009): Risks and benefits of CBT versus PBT in high-stakes testing. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment. New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 83–91.
- Lepper, M. (1988): Motivational considerations in the study of instruction. *Cognition and Instruction*, **5**. 4. sz. 289–309
- Levin, T. és Gordon, C. (1989): Effect of gender and computer experience on attitudes toward computers. *Journal of Educational Computing Research*, **5**. 1. sz. 69–88.
- Lewin, T. (2013): ACT to move toward computer-based testing. *The New York Times*, May 6, 2013.
- van der Linden, W. J. (2007): A hierarchical framework for modeling speed and accuracy on test items. *Psychometrika*, **72**. sz. 287–308.
- Lisbon Council (2007): *Skills for the future*. Lisbon Council, Brüsszel.
- Looney, J. (2010): Making it happen: Formative assessment and educational technologies. *Promethean Thinking Deeper Research Papers*, **1**. 3. sz. 1–20.
- Lottridge, S. M., Nicewander, W. A., Schulz, E. M. és Mitzel, H. C. (2010): Comparability of paper-based and computer-based tests: A review of the methodology. In: Winter, P. C. (szerk.): *Evaluating the comparability of scores from achievement test variations*. Council of Chief State School Officers, Washington. 119–152.
- Luecht, R. M. (2001): *Challenges of web-based assessment*. Előadás. Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education (NCME), U.S., North Carolina.
- Luecht, R. M., Hadadi, A., Swanson, D. B. és Case, S. M. (1998): Testing the test: A comparative study of a comprehensive basic science test using paper-and-pencil and computerised formats. *Academic Medicine*, **73**. 10. sz. 51–53.
- Lumsdaine A. A. és Glaser R. (1960): *Teaching machines and programmed learning I: a source book*. National Education Association, Washington D.C.
- MacCann, R. (2006): The equivalence of online and traditional testing for different subpopulations and item types. *British Journal of Educational Technology*, **37**. 1. sz. 79–91.
- Magliano, J. P. és Graesser, A. C. (2012). Computer-based assessment of student-constructed responses. *Behavior research methods*, **44**. 3. sz. 608–621.

- Magyar Andrea (2014): Adaptív tesztek készítésének folyamata. *Iskolakultúra*, **24.** 4. sz. 26–33.
- Magyar Andrea és Molnár Gyöngyvér (2013): Adaptív és rögzített formátumú tesztek alkalmazásának összehasonlító hatékonyságvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, **113.** 3. sz. 181–193.
- Malone, T. (1981): Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, **5.** 4. sz. 333–369
- Martin, R. (2008): New possibilities and challenges for assessment through the use of technology. In: Scheuermann, F. és Pereira, A. G. (szerk.): *Towards a Research Agenda on Computer-Based Assessment*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 6–10.
- Martin, R. (2009): Utilising the potential of computer delivered surveys in assessing scientific literacy. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment. New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 165–170.
- Mazzeo, J. és Harvey, A. L. (1988): *The equivalence of scores from automated and conventional educational and psychological tests: A review of the literature*. College Entrance Examination Board, New York.
- Mazzeo, J., Druesne, B., Raffeld, P., Checketts, K. T. és Muhlstein, E. (1991): *Comparability of computer and paper-and-pencil scores for two CLEP general examinations*. (ETS Report No. RR-92-14). Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Mead, A. D. és Drasgow, F. (1993): Equivalence of computerized and paper-and-pencil cognitive ability tests: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, **3.** 114. sz. 449–458.
- Meijer, R. (2010): Transition to computer-based assessment: Motivations and considerations. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. European Communities, Brüsszel. 104–107.
- Mendelovits, J., Lumley, T. és Searle, D. (2009): *Assessing reading literacy in the digital age*. Előadás: PISA Research Conference 2009, University of Kiel, Germany, 2009. szeptember 14–16.
- Mihály Ildikó (2000): Összehasonlító mérés és értékelés a nemzetközi pedagógiai gyakorlatban. *Új Pedagógiai Szemle*, **50.** 6. sz. 76–84.
- Mislevy, R. J. (1993): Foundations of a new test theory. In: Frederiksen, N., Mislevy, R. J. és Bejar, I. (szerk.): *Test theory for a new generation of tests*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Moe, E. (2009): Introducing large-scale computerized assessment – Lessons learned and future challenges. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 51–56.
- Molnár Gyöngyvér (2008): Értékelés-számítógép alapú tesztelés, online tesztkörnyezet. In: Kárpáti Andrea, Molnár Gyöngyvér, Tóth László és Főző Attila (szerk.): *A 21. század iskolája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 200–211.

- Molnár Gyöngyvér (2009): Kisiskolás diákok számára kidolgozott induktív gondolkodás fejlesztő program hosszabb távú hatása. In: Perjés István és Kozma Tamás (szerk.): *Új kutatások a neveléstudományokban. Hatékony tudomány, pedagógiai kultúra, sikeres iskola*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 118–129.
- Molnár Gyöngyvér (2010): Papír- és számítógép-alapú tesztelés összehasonlító vizsgálata problémamegoldó környezetben. In: Perjés István és Kozma Tamás: *Új Kutatások a Neveléstudományokban*. Aula Kiadó, Corvinus Egyetem, Budapest. 135–144.
- Molnár Gyöngyvér (2011): Egy számítógépes játékok segítségével illetve 'face-to-face' történt fejlesztés hatékonyságának összehasonlító vizsgálata. XI. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2011. november 4-6. 430.
- Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3-11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, **112**. 1. sz. 41–58.
- Molnár Gyöngyvér (2013): *A Rasch-modell alkalmazási lehetőségei az empirikus kutatások gyakorlatában*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2015a): *A képességmérés dilemmái: a diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban*. Génusz Műhely Kiadványok, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2015b): Az óvoda és iskola feladatai az értelmi képességek fejlesztése terén. In: Kónyáné Tóth Mária és Molnár Csaba (szerk.): *Tartalmi és szervezeti változások a köznevelésben*. Suliszerviz Oktatási és Szakértői Iroda, Suliszerviz Pedagógiai Intézet, Debrecen. 179–190.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2011): A képességek fejlődésének vizsgálata online tesztkörnyezetben 2-11. évfolyamon. XI. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2011. november 4-6. 253.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. Előadás. XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Szeged, 2012. április 11-13.
- Molnár Gyöngyvér, R. Tóth Krisztina és Csapó Benő (2010): Papír- és számítógép-alapú tesztelés összehasonlító vizsgálata kisiskolás diákok körében. X. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest, 2010. november 4–6. 167.
- Molnár, Gy., Greiff, S., Wüstenberg, S. és Fischer, A. (2014): Empirical study of computer based assessment of domain-general dynamic problem solving skills. In: Funke, J., Csapó, B. és Schleicher, A. (szerk.): *The Nature of Problem Solving*. OECD, Paris. Megjelenés alatt.
- Molnár, Gy. és Lőrincz, A. (2012): Innovative assessment technologies: Comparing 'face-to-face' and game-based development of thinking skills in classroom settings In: Chen, D. (szerk.): *International proceedings of economics development and research. management and education innovation*. Vol. 37. IACSIT Press, Singapore. 150–154.
- Molnár Gyöngyvér és Magyar Andrea (2015): A számítógép alapú tesztelés elfogadottsága pedagógusok és diákok körében. *Magyar Pedagógia*, **115**. 1. sz. 49–66.
- Molnár Gyöngyvér és Pásztor Attila (2015): A számítógép alapú mérések megvalósíthatósága kisiskolás diákok körében: első évfolyamos diákok egér- és billentyűzet-használati képességeinek fejlettségi szintje. *Magyar Pedagógia*, **115**. 3. sz. 237–252.

- Molnár Gyöngyvér és Pásztor-Kovács Anita (2015): A számítógépes vizsgáztatás infrastrukturális kérdései: az iskolák eszközparkjának helyzete és a változás tendenciái. *Iskolakultúra*, **25**. 4. sz. 49–61.
- Mullis, I. és Martin, O. M. (2014): eTIMSS Initiative. Előadás. 55th IEA General Assembly, 2014. október 13-16., Bécs, Ausztria.
- Muter, P. (1996): Interface design and optimization of reading of continuous text. In: van Oostendorp, H. és de Mul, S. (szerk.): *Cognitive Aspects of Electronic Text Processing*. Ablex, Norwood, NJ. 161–180.
- NACCCE (National Advisory Committee on Creative and Cultural Education) (1999): *All our futures: Creativity, culture and education*. NACCCE, Department of Education and Employment. <http://sirkenrobinson.com/pdf/allourfutures.pdf> (utolsó megtekintés: 2014. augusztus 10.)
- Nagy József (1980): *5–6 éves gyermekeink iskolakészültsége*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy Zsuzsanna (2013): A fogalmazásértékelés megbízhatósága két független bíráló értéktételeinek elemzése alapján. *Magyar Pedagógia*, **113**. 3. sz. 153–179.
- Nagy Zsuzsanna (2014) Általános iskolás tanulók papír alapú és online fogalmazásainak különbségei. XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2014. május 1–3.
- Nagy Zsuzsanna és Rontó Luca (2014): Általános iskolás tanulók papír alapú és online fogalmazásainak különbségei. XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2014. május 1–3.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989): *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.
- Nicol, D. és Macfarlane-Dick, D. (2006): Formative assessment and selfregulated learning: A model and seven principles of good feedback practice, *Studies in Higher Education*, **31**. 2. sz. 199–218.
- Noorbehbahani, F. és Kardan, A. A. (2011): The automatic assessment of free text answers using a modified BLEU algorithm. *Computers and Education*, **56**. 2. sz. 337–345.
- Noyes, J. M. és Garland, K. J. (2008): Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent? *Ergonomics*, **51**. 9. sz. 1352–1375.
- Nunan, D. (2010): Technology supports for second language learning. *International Encyclopedia of Education*, **3**. 8. sz. 204–209.
- O'Dwyer, L., Russell, M., Bebell, D. és Tucker-Seeley, K. (2008): Examining the relationship between student's mathematics test scores and computer use at home and at school. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, **6**. 5. sz. 1–46.
- OECD (2004): *Learning for Tomorrow's World – First Results from PISA 2003*. OECD, Párizs.
- OECD (2005): *Are students ready for a technology rich world? What PISA studies tell us?* OECD, Párizs.
- OECD (2010): *PISA Computer-based assessment of student skills in science*. OECD Publishing, Párizs.
- OECD (2011): *PISA 2009 results: Students on line: Digital technologies and performance*. OECD Publishing, Párizs.

- OECD (2012): *Literacy, numeracy and problem solving in technology-rich environments: Framework for the OECD survey of adult skills*. OECD Publishing, Párizs.
- OECD (2013): *PISA 2015 draft collaborative problem solving framework*. OECD Publishing, Párizs.
- Oregon Department of Education (2007): *Comparability of student scores obtained from paper and computer administrations*. Office of Assessment and Information Services Oregon, Department of Education.
- Paceho, J., Day, B. T., Cribelli, S., Jordan, J., Murry, B. és Persichitte, K. A. (1999): Web-based menus: Font size and line spacing preferences. Előadás. 21st Association for Educational Communications and Technology konferencia, Február 10-14., Houston, Amerikai Egyesült Államok.
- Pachler, N., Daly, C., Mor, Y. és Mellar, H. (2010): Formative e-assessment: Practitioner cases. *Computers and Education*, **54**. 3. sz. 715–721.
- Park, J. (2010): Constructive multiple-choice testing system, *British Journal of Educational Technology*, **41**. 6. sz. 1054–1064.
- Parshall, C. és Kromrey, J. D. (1993): Computer testing versus paper and-pencil testing: An analysis of examinee characteristics associated with mode effect. Előadás. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Atlanta, GA.
- Partnership for 21st Century Skills (2008): *Overview. Framework for 21st Century Learning*. Partnership for 21st Century Skills. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> (utolsó megtekintés: 2014. augusztus 22)
- Pascual-Nieto, I., Santos, O. C., Perez-Marin, D. és Boticario, J. G. (2011): Extending computer assisted assessment systems with natural language processing, user modeling, and recommendations based on human computer interaction and data mining. *IJCAI Proceedings-International Joint Conference on Artificial Intelligence*, **22**. 3. sz. 2519.
- Pásztor-Kovács Anita (2015): Kollaboratív problémamegoldó képesség: egy új, integratív elméleti keret. *Iskolakultúra*, **25**. 2. sz. 3–16.
- Peak, P. (2005): Recent trends in comparability studies. Pearson Educational Measurement. http://www.pearsonassessments.com/NR/rdonlyres/5FC04F5A-E79D-45FE-8484-2007AACAE2DA75/0/TrendsCompStudies_rr0505.pdf. (utolsó megtekintés: 2013. szeptember 16.)
- Pellegrino, J. W. (1992): Commentary: Understanding what we measure and measuring what we understand. In: Gifford, B. R. és O'Connor, M. C. (szerk.): *Changing assessments: Alternative views of aptitude, achievement and instruction*. Kluwer, Boston. 275–300.
- Pellegrino, J., Chudowosky, N. és Glaser, R. (2004): *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. National Academy Press, Washington, DC.
- Pellegrino, J. W. (2010) Technology and learning — assessment. In: Peterson, P., Baker, E. és McGaw, B. (szerk.): *International Encyclopedia of Education. Volume 8*. Elsevier, Oxford. 42–47.
- Plichart, P., Latour, T., Busana, G. és Martin, R. (2008): Computer based school system monitoring with feedback to teachers. In: Luca, J. és Weippl, E. (szerk.): *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications 2008. VA: AACE*, Chesapeake. 5065–5070.

- Pliskin, R. (2011): For computer-based testing, the future is here. *Educational Testing Services (ETS) Innovations*, 11. sz. 6–7.
http://www.ets.org/s/newsroom/pdf/innovations_spring2011.pdf (utolsó megtekintés: 2014. szeptember 7).
- Poggio, J., Glasnapp, D. R., Yang, X. és Poggio, A. J. (2005): A comparative evaluation of score results from computerized and paper and pencil mathematics testing in a large scale state assessment program. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 3. 6. sz. 1–31.
- Pommerich, M. (2004): Developing computerized versions of paper-and-pencil tests: Mode effects for passage-based tests. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 2. 6. sz. 1–45.
- Pomplun, M. és Custer, M. (2005): The score comparability of computerized and paper-and-pencil formats for K-3 reading tests. *Journal of Educational Computing Research*, 32. 2. sz. 153–166.
- Pomplun, M., Frey, S., Becker, D. és Hughes, K. (2000): The validity of a computerized measure of reading rate. Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- Pomplun, M., Ritchie, T. és Custer, M. (2006): Factors in paper-and-pencil and computer reading score differences at the primary grades. *Educational Assessment*, 11. 2. sz. 127–143.
- Powers, D. E. és O'Neill, K. (1993): Inexperienced and anxious computer users: Coping with a computer-administered test of academic skills. *Educational Assessment*, 1. 2. sz. 153–173.
- Powers, D. E. és Potenza, M. T. (1996): *Comparability of testing using laptop and desktop computers (ETS-RR-96-15)*. Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- PuenteDura, R. (2012) Building Upon SAMR:
<http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/09/03/BuildingUponSAMR.pdf>
 (utolsó megtekintés: 2015.április 12).
- Puhan, P., Boughton, K. és Kim, S. (2007): Examining differences in examinee performance in paper and pencil and computerized testing. *Journal of Technology, Learning and Assessment*, 6. 3. sz. 1–21.
- Pressey S. L. (1927): A machine for automatic teaching of drill material. *School and Society*, 25. 645. sz. 549–552.
- R. Tóth Krisztina (2008): Az online teszteléssel kapcsolatos attitűdök és eredmények a háttérváltozók tükrében. VIII. Országos Neveléstudományi Konferencia. Budapest, 2008. november 13–15. 56.
- R. Tóth Krisztina (2009): Papír-ceruza és számítógépes tesztek eredményeinek összehasonlító vizsgálata. In: Vajda Zoltán (szerk.): *Bölcsész-műhely 2009*. JATEPress, Szeged. 125–136.
- R. Tóth Krisztina (2010): Adatbányászat a neveléstudomány területén (Educational Data Mining). Előadás. VIII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2010. április 16-17.

- R. Tóth Krisztina (2014): Papír-ceruza és számítógépes induktív gondolkodás-tesztek reliabilitásának összehasonlító vizsgálata. XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2014. május 1-3. 107.
- R. Tóth Krisztina és Hódi Ágnes (2011): Számítógépes és papír-ceruza teszteredmények összehasonlító vizsgálata az olvasás-szövegértés területén. *Magyar Pedagógia*, **111.** 4. sz. 313–332.
- R. Tóth Krisztina és Hódi Ágnes (2013): A mérőeszköz-bővítéstől a tesztelési folyamat vizsgálatáig: számítógépes tesztelés nagymintás nemzetközi vizsgálatokban. *Iskolakultúra*, 9. sz. 75–78.
- R. Tóth Krisztina és Molnár Gyöngyvér (2010): Kisiskolás diákok gondolkodási képességének vizsgálata online környezetben. VIII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2010. április 16-17. 56.
- R. Tóth Krisztina, Molnár Gyöngyvér, Thibaud Latour és Csapó Benő (2011): Az online tesztelés lehetőségei és a TAO platform alkalmazása. *Új Pedagógiai Szemle*, **61.** 1–2–3–4–5. sz. 8–22.
- Redecker, C. és Johannessen, Ø. (2013): Changing assessment – Towards a new assessment paradigm using ICT. *European Journal of Education*, **1.** 48. sz. 79–96.
- Resnick, L. B. és Resnick, D. P. (1990): Tests as standards of achievement in schools. In: Pfliegerer, J. (szerk.): *Proceedings of the 1989 ETS Invitational Conference: The uses of standardized tests in American education*. Educational Testing Service, Princeton, NJ. 63–80.
- Resnick, L. B. és Resnick, D. P. (1992): Assessing the thinking curriculum: Newtools for educational reform. In: Gifford, B. R. és O'Connor, M. C. (szerk.): *Changing assessments: Alternative views of aptitude, achievement and instruction*. Kluwer, Boston. 37–75.
- Revuelta, J., Ximénez, M. C. és Olea, J. (2003): Psychometric and psychological effects of item selection and review on computerized testing. *Educational and Psychological Measurement*, **63.** 5. sz. 791–808.
- Richardson, M. T., Baird, J-A., Ridgway, J., Ripley, M., Shorrocks-Taylor, D. és Swan, M. (2002): Challenging minds? Students' perceptions of computer-based World Class Tests of problem solving. *Computers in Human Behavior*, **18.** 6. sz. 633–649.
- Ridgway, J. és McCusker, S. (2008): Challenges for research in e-Assessment. In: Scheuermann, F. és Pereira, A. G. (szerk.): *Towards a research agenda on computer-based assessment: Challenges and needs for European educational measurement*. European Commission Joint Research Centre, Ispra. 85–97.
- Ripley, M. (2008): Transformational computer-based testing. In: Scheuermann, F. és Pereira, A. G. (szerk.): *Towards a research agenda on computer-based assessment: Challenges and needs for European educational measurement*. European Commission Joint Research Centre, Ispra. 22–30.
- Ripley, M. (2009): Transformational computer-based testing. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computerbased assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. 92–99.

- Ritter, S., Anderson, J. R., Koedinger, K. R. és Corbett, A. (2007): Cognitive tutor: applied research in mathematics education. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14. sz. 249–255.
- Ritter, S., Towle, B., Murray, R. C., Hausmann, R. G. M. és Connelly, J. (2010): *10th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, ITS 2010: Vol. 6095 LNCS Pittsburgh, PA.
- Romero, C. és Ventura, S. (2010): Educational data mining: A review of the state of the art. *IEEE transactions on systems, man and cybernetics. Part C, Applications and reviews*, 40. 6. sz. 601–618.
- Rose, M., Hess, V., Hörhold, M., Brähler, E. és Klapp, B. F. (1999): Mobile computergestützte psychometrische Diagnostik. Ökonomische Vorteile und Ergebnisse zur Teststabilität. *Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie*, 49. 1. sz. 202–207.
- Rosen, Y. és Tager, M. (2013): *Computer-based assessment of collaborative problem solving skills: Human-to-agent versus human-to-human approach*. Pearson Education, Iowa City, IA.
- Russell, M. (1999): Testing writing on computers: A follow-up study comparing performance on computer and on paper. *Educational Policy Analysis Archives*, 7. 20. sz. 1–47.
- Russell, M. és Haney, W. (1997): Testing writing on computers: An experiment comparing student performance on tests conducted via computer and via paper-and-pencil. *Educational Policy Analysis Archives*, 5. 1. sz. 1–20.
- Russell, M., Goldberg, A. és O'Connor, K. (2003): Computer-based testing and validity: A look back into the future. *Assessment in Education*, 10. 3. sz. 279–294.
- Russell, M. és Plati, T. (2001): *Effects of computer versus paper administration of a state mandated writing assessment*. Teachers College Record, New York.
- Russell, M. és Plati, T. (2002): Does it matter with what I write? Comparing performance on paper, computer and portable writing devices. *Current Issues in Education*, 5. 4. sz. 1–27.
- Russell, M. és Tao W. (2004): The influence of computer-print on rater scores. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10. 9. sz. 1–17.
- Sadler, D. R. (1989): Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18. 119–144.
- Sandene, B., Horkay, N., Bennett, R., Allen, N., Braswell, J., Kaplan, B. és Oranje, A. (2005): *Online assessment in mathematics and writing: Reports from the NAEP technology-based assessment project, research and development series (NCES 2005–457)*. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Schacter, J. (1999): *The impact of educational technology on student achievement: what the most current research has to say*. The Milken Family Foundation, Santa Monica, CA.
- Schroeders, U. (2009): Testing for equivalence of test data across media. In: Scheuermann, F. és Björnsson, J. (szerk.): *The transition to computerbased assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. 164–170.

- Schroeders, U. és Wilhelm, O. (2010): Testing reasoning ability with handheld computers, notebooks, and paper and pencil. *European Journal of Psychological Assessment*, **4**. 26. sz. 284–292.
- Schwarz, R. D., Rich, C. és Podrabsky, R. (2003): A DIF analysis of item-level mode effects for computerized and paper-and-pencil tests. Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, Chicago, IL.
- Sebrechts, M. M., Enright, M., Bennett, R. E. és Martin, K. (1997): Using algebra word problems to assess quantitative ability: Attributes, strategies, and errors. *Cognition and Instruction*, **14**. 3. sz. 285–343.
- Shadish, W. R., Cook, T. D. és Campbell, D. T. (2002): *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin, Boston, MA.
- Sheehan, K. és Mislevy, R. J. (1994): *A treebased analysis of items from an assessment of basic mathematics skills*. (RR-94-14). Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Shepard, L. A. (1992): Commentary: What policy makers who mandate tests should know about the new psychology of intellectual ability and learning. In: Gifford, B. R. és O'Connor, M. C. (szerk.): *Changing assessments: Alternative views of aptitude, achievement and instruction*. Kluwer, Boston. 301–328.
- Sim, G. és Horton, M. (2005): Performance and attitude of children in computer based versus paper based testing. In: Kommers, P. és Richards, G. (szerk.): *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications 2005*. AACE, Chesapeake, VA. 3610–3614.
- Sinar, E. F., Reynolds, D. H. és Pagnet, (2003): Nothing but 'Net? Corporate image and webbased testing. *International Journal of Selection and Assessment*, **11**. 2–3 sz. 150–157.
- Singley, M. K. és Bennett, R. E. (1995): *Toward computer-based performance assessment in mathematics* (RR-95-34). Educational Testing Service, Princeton, NJ.
- Smither, J. W., Walker, A. G. és Yap, M. K. (2004): An examination of the equivalence of web-based versus paper-and-pencil upward feedback ratings: Rater- and ratee-level analyses. *Educational and Psychological Measurement*, **64**. 1. sz. 40–61.
- Society for Industrial and Organizational Psychology (2003): *Principles for the validation and use of personnel selection procedures (4. kiadás)*. Author, College Park, MD.
- Sorlie, W. és Essex, D. L. (1979): Basic medical sciences PLATO IV project—An evaluation. *Journal of Computer-Based Instruction*, **5**. 3. sz. 50–56.
- Spray, J. A., Ackerman, T. A., Reckase, M. D. és Carlson, J. E. (1989): Effect of the medium of item presentation on examinee performance and item characteristics. *Journal of Educational Measurement*, **26**. 3. sz. 261–271.
- Strain-Seymour, E., Way, W. D. és Dolan, R. P. (2009): *Developing innovative items in large-scale assessments*. Pearson Education, Iowa City, IA.
- Streeter, L., Bernstein, J., Foltz, P. és DeLand D. (2011): *Pearson's automated scoring of writing, speaking, and mathematics*. Pearson Education, Iowa City, IA.
- Sternberg, R. J. (1992): Ability tests, measurements, and markets. *Journal of Educational Psychology*, **192**. 84. sz. 134–140.

- Szili Katalin (2013): Kisiskolás gyermek szóolvasásának számítógép-alapú tesztelése. XIII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Változó életformák - Régi és új tanulási környezetek. Eger, 2013. november 6-9. 561.
- Taylor, C., Kirsch, I., Eignor, D. és Jamieson, J. (1999): Examining the relationship between computer familiarity and performance on computer-based language tasks. *Language Learning*, **49**. 2. sz. 219–274.
- Texas Education Agency (2008): *A review of literature on the comparability of scores obtained from examinees on computer-based and paper-based tests*. Texas Education Agency (TEA) Technical Report Series, Texas.
- Thurlow, M., Lazarus, S. S., Albus, D. és Hodgson, J. (2010): *Computer-based testing: Practices and considerations (Synthesis Report 78)*. University of Minnesota, National Center on Educational Outcomes, Minneapolis, MN.
- Tóth Edit és Csapó Benő (2010): A tanulói teljesítménymérések hatása a tanítási folyamatra általános iskolában dolgozó pedagógusok nézetei alapján. Előadás. X. Országos Neveléstudományi Konferencia, 2010. november 4-6., Budapest.
- Tóth Edit, Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2011): Az iskolák IKT felszereltsége – helyzetkép országos reprezentatív minta alapján. *Iskolakultúra*, **21**. 10–11. sz. 124–137.
- Trilling, B. és Fadel, C. (2009): *21st Century skills*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Trilling, B. és Fadel, C. (2012): *21st Century skills. Learning for life in our times*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Turányi Gábor (2011): A digitalizáció hatása az egyénekre. Előadás. Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület előadássorozata, 2011. június 2., Budapest.
- UNESCO és Microsoft (2011): *Unesco ICT competency framework for teachers*. UNESCO, Párizs.
- University of Bath (2014): *Assessment handbook for staff 2014/2015*. University of Bath.
- University of the West of Scotland: *Assessment handbook for staff: Effective practice in assessment (2013/14)*. University of the West of Scotland.
- Vámos Tibor (2000): Információs társadalom és magyar tudomány. In: Demetrovics János és Keviczky László (szerk.): *Az információs társadalom*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 65–76.
- Vidákovich Tibor (2012): A feladatok paraméterezése. Kézirat.
- Vispoel, W. P. (2000): Reviewing and changing answers on computerized fixed-item vocabulary tests. *Educational and Psychological Measurement*, **60**. 3. sz. 371–384.
- Wang, S., Young, M. J. és Brooks, T. E. (2004): *Administration mode comparability study for Stanford Diagnostic Reading and Mathematics Tests (Research Report)*. Harcourt Assessment, San Antonio, TX.
- Wang, S., Jiao, H., Young, M., Brooks, T. és Olson, J. (2007): A meta-analysis of testing mode effects in grade K-12 mathematics tests. *Educational and Psychological Measurement*, **67**. 2. sz. 219–238.

- Wang, S., Jiao, H., Young, M., Brooks, T. és Olson, J. (2008): Comparability of computer-based and paper-and-pencil testing in K-12 reading assessments: A meta-analysis of testing mode effects. *Educational and Psychological Measurement*, **68**. 1. sz. 5–24.
- Wang, S. és Shin, C. D. (2009): Comparability of computerized adaptive and paper-pencil tests. *Test, Measurement & Research Service. Bulletin*, **2**. 13. sz. 1–7.
- Waters, S. D. és Pommerich, M. (2007): Context effects in internet testing: A literature review. Előadás. 22nd Annual Conference of the Society for Industrial and Organizational Psychology, 2007. április 7., New York City, Amerikai Egyesült Államok.
- Way, W. D., Davis, L. L. és Fitzpatrick, S. (2006): Score comparability of online and paper administrations of the Texas assessment of knowledge and skills. Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, San Francisco, CA.
- Way, W. D., Lin, C. és Kong, J. (2008): Maintaining score equivalence as tests transition online: Issues, approaches, and trends. Előadás. Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, New York, Amerikai Egyesült Államok.
- Wilhelm, O. és Schroeders, U. (2008): Computerized ability measurement: Some substantive dos and don'ts. In: Scheuermann, F. és Pereira, A.G. (Szerk.): *Towards a research agenda in computer-based assessment. Challenges and needs for European Educational Measurement*. European Commission Joint Research Centre, Ispra. 76-84.
- Wenger, E. (1987): *Artificial intelligence and tutoring systems*. CA: Morgan Kaufmann, Los Altos.
- William, D. (1999): The half-second delay: what follows? Előadás. European Conference on Education Research, 1999. szeptember, Lahti, Finnország.
- Wise, S. L. és Plake, B. S. (1990): Computer based testing in higher education. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, **23**. sz. 310.
- Wolfe, E. W. és Manalo, J. R. (2005): *An investigation of the impact of composition medium on the quality of TOEFL writing scores*. Educational Testing Service, Amerikai Egyesült Államok.
- Wu, M. L., Adams, R. J. és Wilson, M. R. (1998): *ACER ConQuest: Generalised item response modelling software*. ACER press, Melbourne.
- Wüstenberg, S., Greiff, S. és Funke, J. (2012): Complex problem solving – More than reasoning? *Intelligence*, **40**. 1. sz. 1–14.
- Zhang, L. és Lau, C. A. (2006): A comparison study of testing mode using multiple-choice and constructed-response items – Lessons learned from a pilot study. Előadás. AERA, 2006. április 7-11., San Francisco, Amerikai Egyesült Államok.
- Zumbo, B. D. (1999): *A handbook on the theory and methods of differential item functioning (DIF): Logistic regression modeling as a unitary framework for binary and likert-type (ordinal) item scores*. Directorate of Human Resources Research and Evaluation. Department of National Defense, Ottawa, ON.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra. Példa számítógéppel segített értékelésre	7
2. ábra. IKT eszközök felhasználási lehetőségei a tesztelési ciklus egyes stádiumaiban	11
3. ábra. A PISA 2006-os os természettudományos műveltséget mérő számítógép alapú teszt egyik multimédiás elemet (videót) tartalmazó iteme	12
4. ábra. Példa dinamikus, interaktív itemre a MicroDYN alkalmazásból	12
5. ábra. Szimulált internet keresési feladat	14
6. ábra. Példa olyan itemre, amelyet a teszteltek közösen oldanak meg egymásközi kommunikáció (chat) segítségével	15
7. ábra. A technológia által elérhető fejlődési lehetőségek végpontjai	18
8. ábra. 21. századi képesség mérését lehetővé tevő komponensek	19
9. ábra. Zenei képességek mérése, audio információt tartalmazó itemmel	20
10. ábra. Autentikus probléma, szimulált, technológiailag gazdag környezetben	21
11. ábra. Digitális olvasás-szövegértés példafeladat	22
12. ábra. Interaktív tartalmak folyamatábrája I	23
13. ábra. Interaktív tartalmak folyamatábrája II	23
14. ábra. Plan-a-Day problémamegoldó feladat (DIPF)	24
15. ábra. Példa olyan itemre, amelynek megválaszolása nem igényli, hogy a válaszadó tudjon olvasni	31
16. ábra. Sidney Pressey oktatógépe – szemből	32
17. ábra. Sidney Pressey oktatógépe – hátulról	33
18. ábra. Érintőképernyős PLATO IV rendszer 1972-ben	34
19. ábra. A SAMR modell	39
20. ábra. Az elektronikus tesztelés generációi	40
21. ábra. Plato V terminál, az 1980-as évek jellemző értékelési architektúrája	64
22. ábra. Ugyanannak a feladatnak a megjelenítése egy 17 inch átmérőjű monitoron, bal oldalon 1024*768-as felbontással, jobb oldalon 640*480-as felbontással	69
23. ábra. Az országok helyezési tartománya számítógépes matematikafelmérés eredményei alapján	81
24. ábra. A számítógép és a papír alapú matematika felmérés eredményei közötti különbség országoként	81
25. ábra. Az országok helyezési tartománya szövegértési eredményei alapján	82
26. ábra. A digitális és a nyomtatott digitális szövegértés eredményei közötti különbségek országoként	82
27. ábra. A legnagyobb médiahatást okozó item, számítógépen eltérően reprezentált: a megoldás megadásánál ki kell választani a szám formátumát ellentétben a papír alapú verzióval	94
28. ábra. Egy feladat papír alapú reprezentációja	121
29. ábra. Ugyanazon feladat számítógép alapú reprzentációja	121
30. ábra. Papír alapú feladat reprezentációját szigorúan követő számítógép alapú megjelenítés	122

31. ábra. Az egyes tesztváltozatok összekapcsolási módja számítógép alapon	125
32. ábra. Példa olyan itemre, amelynél az információk elrendezése lineáris	127
33. ábra. Példa olyan itemre, amelynél az információk szövegdobozokban találhatók meg.	128
34. ábra. Példa olyan itemre, amelynél az információk „szöveg és grafikus elemek” elrendezésben találhatók meg	128
35. ábra. A matematika mérések tartalmának több szempontú elrendezése	129
36. ábra. Példa olyan számítógép alapú itemre, amely az egér és a billentyűzet párhuzamos használatát kívánja meg	133
37. ábra. Az itemnehézségi mutatók változása a közvetítő eszköz függvényében	140
38. ábra. Szignifikáns eltérést mutató statisztikai feladat hatodik évfolyamon	154
39. ábra. Példa kombinatorikai tartalmat igénylő eltérően viselkedő feladatra	155
40. ábra. Szignifikáns eltérést mutató, permutálást igénylő feladat	156
41. ábra. Egy feladatnak a kivitelezése színesben számítógép alapon	158
42. ábra. Ugyannak a feladatnak a kivitelezése fekete-fehérben papír alapon	158
43. ábra. Eredeti rajzolást igénylő OKM feladat	173
44. ábra. Rajzolást kiváltó zártvégűvé alakított feladat	173
45. ábra. Alakzat rajzolását igénylő feladat kivitelezése számítógép alapon	174
46. ábra. A számítógépes tesztelés során rajzolást lehetővé tevő digitális ceruza szerkezeti képe	174
47. ábra. Az online teszt során megjelenő ütemező eszköz	175
48. ábra. Feladatütemező eszköz (feladatrács) a NEO LMS rendszerből	175
49. ábra. Poggio és mtsai (2005) által használt tesztelési felület	176

TÁBLÁZATJEGYZÉK

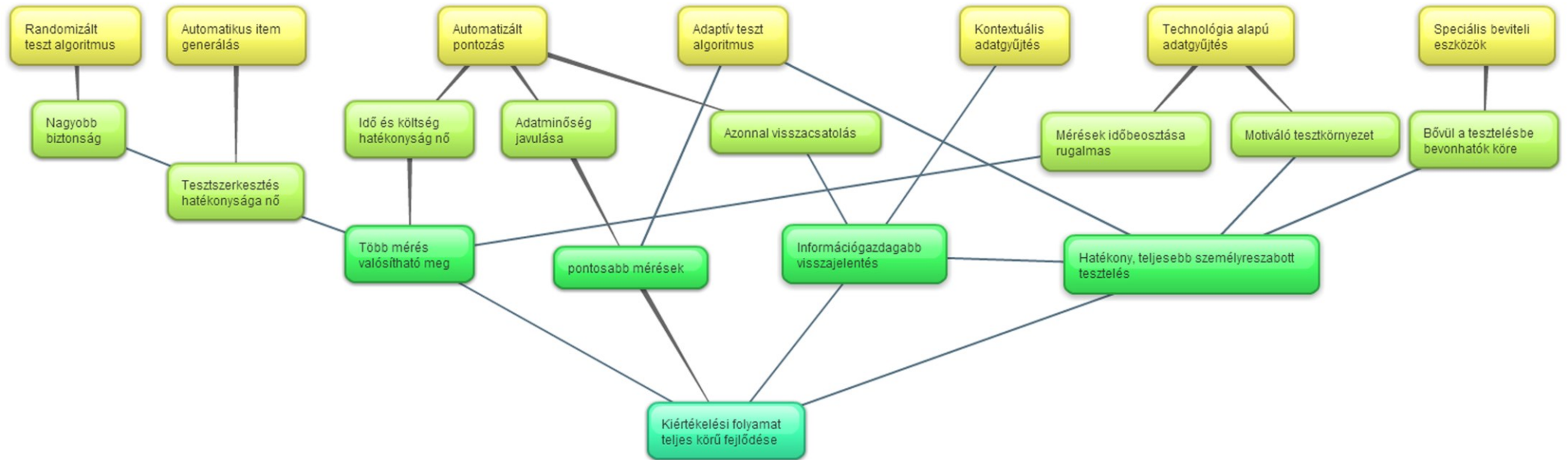
1. táblázat. A technológiai alapú mérés-értékelés típusainak kategorizálási lehetőségei	8
2. táblázat. Technológiai paraméterek médihatásvizsgálatainak összefoglalása	74
3. táblázat. A többször hivatkozásra kerülő médiahatást vizsgáló tanulmányok főbb paraméterei	78
4. táblázat. Magyarországi média-hatásvizsgálatok	90
5. táblázat. Összehasonlító vizsgálatok a matematika területén	92
6. táblázat: Példa a háttérváltozók összehasonlításának struktúrájára	103
7. táblázat. A kutatás évfolyamonkénti mintaelemszámai	116
8. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció régió szerinti eloszlása.....	118
9. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció településtípus szerinti eloszlása	119
10. táblázat. A számítógép alapú minta és a teljes populáció iskolai végzettség szerinti eloszlása	119
11. táblázat. A tesztváltozatok feladattípusonkénti elemszáma	123
12. táblázat. Mintaillesztés hatásfokának mértéke évfolyamonkénti bontásban	125
13. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – információfeldolgozás	127
14. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/tartalom és az adott elemhez tartozó kutatásban résztvevő itemek száma	130
15. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/kontextus és az adott elemhez tartozó kutatásban résztvevő itemek száma	130
16. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldás/pszichikus struktúra és az adott elemhez tartozó kutatásban résztvevő itemek száma.....	131
17. táblázat. Az összehasonlítást biztosító paraméterek rendszere – feladatmegoldó tevékenység/feladattípus és az adott altípushoz tartozó kutatásban résztvevő itemek száma	132
18. táblázat. A tesztváltozatok megbízhatósági mutatói	134
19. táblázat. A megbízhatósági mutatók közti eltérések az egyes médiumok tekintetében ..	135
20. táblázat. A feladatnehézségi értékek és a feladatmegoldáshoz szükséges szövegmennyiség közötti összefüggés erőssége számítógép és papír alapon	136
21. táblázat. Alternatív választás típusú feladatok papíron és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése	137
22. táblázat. Feladatnehézségi értékek és a feladatra adott válasz terjedelme közötti korrelációs összefüggés számítógép és papír alapon.....	138

23. táblázat. A médiahatás nemek szerinti különbségei évfolyamonkénti összehasonlításban	140
24. táblázat. A médiahatás régiók szerinti különbségei évfolyamonkénti összehasonlításban	141
25. táblázat. A szülők iskolai végzettségének és a WLE személyt jellemző képességszintek közötti kapcsolat, papír és számítógép alapon	142
26. táblázat. Az anya iskolai végzettsége szerinti különbségek médiahatásra vonatkozóan évfolyamonkénti bontásban.....	142
27. táblázat. Az apa iskolai végzettsége szerinti különbségek médiahatásra vonatkozóan évfolyamonkénti bontásban.....	143
28. táblázat. A matematika és félév végi eredményeinek kapcsolata a tanulók képességszintjével az egyes médiumokon.....	144
29. táblázat. A matematika eredmények médiahatására vonatkozó eredményei évfolyamonkénti bontásban.....	144
30. táblázat. A félév végi eredmények médiahatására vonatkozó eredményei évfolyamonkénti bontásban.....	145
31. táblázat. A tanulók online matematika teszten való eredményességének összehasonlítása aszerint, hogy tanultak vagy sem informatikát az iskolában.....	146
32. táblázat. A tesztelést követő mérésben résztvevők által kitöltött kérdőív eredménye	148

MELLÉKLETEK

1. melléklet. A kiértékelési folyamat teljeskörű fejlődését lehetővé tevő komponensek rendszere
2. melléklet. Csapó Benő által kidolgozott papír alapú minta háttéradatait gyűjtő kérdőív
3. melléklet. Az online matematika mérésnél alkalmazott felkérő levél
4. melléklet. Az első tájékoztató és eDIA regisztrációt leíró levél a mérésben résztvevőknek
5. melléklet. Az online matematika mérés útmutatója
6. melléklet. A számítógép alapú minta háttéradatait gyűjtő kérdőív (képernyőképek)
7. melléklet. Első, harmadik és hatodik évfolyam személy/item térképe
8. melléklet. Egy számítógép alapú tesztelést segítő tutorial vázlatképei
9. melléklet. Az alkalmazott itemek papír és számítógépen mutatott nehézségiértékei
10. melléklet. A tesztekben alkalmazott klaszterek papír alapú változatai
11. melléklet. Segédszámítások
12. melléklet. A tesztelést követően a felügyelőknek, rendszergazdáknak írt levél

1. melléklet. A kiértékelési folyamat teljeskörű fejlődését lehetővé tevő komponenensek rendszere



2. melléklet. Csapó Benő által kidolgozott papír alapú minta háttéradatait gyűjtő kérdőív

SZEGEDI
TUDOMÁNYEGYETEM



OKTATÁSELMÉLETI
KUTATÓCSOPORT
www.edu.u-szeged.hu/ok

© CsB. 1993-2006

ATTITÚD KÉRDŐÍV

2–5. évfolyam

Diagnosztikus mérések fejlesztése
TÁMOP 3.1.9/08/01-2009-0001.



Felmérés – 2010 ősz

Név:

Iskola: Osztály
:.....

Kérünk, válaszolj az alábbi kérdésekre!

Nemed(húzd alá a megfelelőt): 1. **fiú** 2. **lány** Születési év: hónap:
.....

a) Milyen volt a tanulmányi átlagod az elmúlt félév végén? Írd be egy tizedes pontossággal! __, __

b) Hányas voltál az elmúlt félév végén a következő tárgyakból? Írj egy "-" jelet, ha nem tanultál ilyen tárgyat!

Matematika: ____ Környezetismeret (Természetismeret): ____ Ének-
zene: ____

Nyelvtan: ____ Irodalom: ____ Rajz: ____

Idegen nyelv (ha többet tanulsz, válaszd ki az egyiket): ____

Magatartás jegy: ____ Szorgalom jegy: ____

c) Mennyire szeretsz iskolába járni? Karikázd be a megfelelő választ!

Egyáltalán nem	Kicsit	Közepesen	Szeretek	Nagyon szeretek
1	2	3	4	5

d) Mennyire vagy elégedett a mostani iskolai teljesítményeiddel? Karikázd be a megfelelő választ!

Nagyon elégedetlen	Elégedetlen	Közepesen elégedett	Elégedett	Nagyon elégedett
1	2	3	4	5

e) Mennyire szereted a következő tárgyakat? *Karikázd be azt a számot, amelyik kifejezi a véleményedet! Csak azokban a sorokban karikázz be egy számot, amelyik tárgyat tanultad!*

	Nagyon nem szeretem	Nem szeretem	Közömbös	Szeretem	Nagyon szeretem
Matematika	1	2	3	4	5
Környezetismeret	1	2	3	4	5
Nyelvtan	1	2	3	4	5
Irodalom	1	2	3	4	5
Ének-zene	1	2	3	4	5
Rajz	1	2	3	4	5
Idegen nyelv	1	2	3	4	5

f) Mi az a legmagasabb iskolai végzettség, amelyet szeretnél elérni? *Jelölj meg egyet!*

- | | |
|---|--|
| 1 abbahagyni az iskolát, amilyen hamar lehet szerezni | 5 elvégezni egy főiskolát, alapidipomát |
| 2 szakmunkás bizonyítványt szerezni | 6 elvégezni egy egyetemet, mester diplomát |
| 3 érettségizni szerezni | 7 tudományos (doktori, PhD) fokozatot |
| 4 technikus i képzettségét szerezni | |

g) Mi a szüleid legmagasabb iskolai végzettsége? *Mindkét oszlopban karikázd be a megfelelő számot!*

APA		ANYA
0	nem fejezte az általános iskolát	0
1	általános iskola	1
2	szakmunkásképző	2
3	érettségi	3
4	főiskola	4
5	egyetem	5

3. melléklet. Az online matematika mérésnél alkalmazott felkérő levél

Kedves Kapcsolattartó!

A jövőben a kor elvárásainak megfelelően a számítógép alapú mérések egyre gyakoribbak lesznek. 2015-től a PISA mérések is számítógépeken fognak zajlani.

Az elektronikusan kitöltött tesztek eredményeinek bemutatásához és értelmezéséhez információkkal kell rendelkezünk arról, hogy milyen különbségeket okoz az átállás a tanulók teljesítményében. Célunk a kutatással, hogy megtaláljuk azokat a jellemzőket, amelyekkel rendelkezve az újfajta mérés előnyben vagy hátrányban részesít egy csoportot, mert így lesz módunk ezek kiküszöbölésére.

Az összehasonlító vizsgálatok elvégzéséhez szeretnénk önkéntes együttműködésüket kérni: elsőtől hatodik osztályig online mérnénk a tanulók matematikai képességeit 2012 tavaszán. A mérés eredményéről visszajelentést biztosítunk a kapcsolattartóknak, valamint a tanulók számára az egyéni eredmények a teszt végén azonnal rendelkezésre állnak. A részvétel a tanulók és az iskola számára is jó lehetőséget biztosít arra, hogy kipróbálják, gyakorolják a számítógép alapú méréseket és felkészüljenek a jövőbeli mérésekre.

Amennyiben számíthatunk részvételükre, kérjük, jelezzék azt az omatek@edu.u-szeged.hu email címen április 30-ig, az iskola OM azonosítójának és a kapcsolattartó nevének és e-mail címének megadásával.

A közös munka reményében üdvözlettel és köszönettel:

Hülber László
kutatásvezető

4. melléklet. Az első tájékoztató és eDia regisztrációt leíró levél a mérésben résztvevőknek

Kedves Kapcsolattartó!

Örömmel fogadtuk jelentkezésüket, és köszönjük, hogy támogatja kutatásunkat munkájával!
A tavaszi online matematika tesztelés lebonyolításához kapcsolódóan az alábbi információkat küldjük Önnek, illetve kérjük Öntől.

A tesztelés a szegedi intézetünk elektronikus felületén keresztül fog történni. Az oldal elérési címe: edia.edu.u-szeged.hu/omatek . Kérjük, a link beírása után a „Bejelentkezés” fülön keresztül kérje le a rendszertől a jelszavát. Ehhez az oldalon található alábbi linket kell használnia:

Amennyiben elfelejtette a jelszavát, a rendszer automatikusan el tudja küldeni Önnek.

A rendszerbe beállított belépési azonosítója a jelentkező levelében megküldött e-mail címe. Ekkor kap egy e-mailt, amiben szerepel a jelszava a rendszerünk használatához.

A rendszerbe való belépés után az „Iskolája adatai” oldalon tudja megadni a résztvevő osztályok jelét (pl. 3.x), illetve létszámát – fontos, hogy ha több telephelye van az intézménynek, akkor a megfelelőnél tegye ezt meg; valamint telefonszámát. Ha több mint 5 osztály vesz részt, akkor a „Lássuk” gombra kattintva hozhat létre új üres sorokat, ahova további osztályokat vihet be.

Végül minden módosítást a „Mehet” gombra klikkelve küld el a rendszernek, amely ekkor elmenti a beírt adatokat.

Ezután az alábbi szöveg jelenik meg a fő oldalon:

Töltse fel a KIR-ből az osztályok mérési azonosítóit tartalmazó XLS file-t: 3.x.

Ahhoz, hogy a mérést megvalósítsuk, a rendszerbe fel kell tölteni a résztvevő osztályokba járó diákok mérési azonosítóit, születési dátumát, tanulmányi átlagát (amennyiben volt) tartalmazó Excel táblázatokat. Ehhez a fenti mondat végén szereplő, a megfelelő osztályhoz tartozó linkre kell lépni, ahol egy sablonlevél jelenik meg, és amihez csatolni tudja a fájlt.

A gyerekek a mérési azonosítóikkal tudnak majd belépni teszteléskor, és a kapcsolattartó is ezzel a kóddal kapja vissza a teljesítményeket az oldal „Visszajelentések” részén keresztül később.

Ha kérdése van, a „Kapcsolat” fülön megadott elérhetőségeken keresztül kereshet minket, és az „Üzenetek” funkcióval küldhet nekünk e-mailt.

Ha a feltöltendő táblázat elkészítésével kapcsolatban kérdése van, kérem, jelezze azt nekünk!

A méréssel kapcsolatos információk, tudnivalók

A teszt kitöltése internet kapcsolattal rendelkező számítógép segítségével történik. A kitöltés időpontját Önök határozhatják meg, az elektronikus rendszer aktivitásának idejében, 05.02. és 06.01. között. A diákok egyéni teljesítménye rejtve marad, így anonimnek tekinthető a mérés. A teremben lévő felügyelő tanárnak nincsenek speciális feladatai, a rendszergazdának kellene ellenőrizni a mérés megkezdése előtt, hogy minden gép megfelelően működik-e. A mérésben olyan korcsoportok is részt vesznek, amelyek nem tanultak még informatika tantárgyat. Amennyiben számukra a kitöltés, a feladatok értelmezése stb. megoldhatatlan problémát jelentene, ne értelmezzék negatívan, számunkra ez ugyanúgy fontos információ, mintha hibátlanul töltenék ki.

Technikai igények, paraméterek (rendszergazdával érdemes előzetesen ellenőriztetni):

- Intel Pentium 4 vagy jobb processzorral, legalább 128 MB RAM-mal rendelkező számítógépek
- legalább Windows XP Service Pack 2+ operációs rendszer
- Minimum 1024x768-es képernyőfelbontás
- Internetkapcsolat
- Mozilla Firefox vagy Google Chrome legfrissebb verziója

Szükséges tanóra szám:

- Egy teljes 45 perces órára tervezettek a tesztek

A teszt felépítése/szerkezete

- a tanulók különböző teszteket oldanak meg

A teszt végrehajtására vonatkozó utasítások:

- a tanulók írhatják csoportbontásban és délután is a teszteket.

A teszt előtt a tanulók egy online kérdőívet töltenek ki, kérjük, hogy segítsék a diákokat, hogy tudjanak válaszolni arra, hogy mi szüleik legmagasabb iskolai végzettsége. Az adatok anonim kezelése biztosított.

Az elektronikus rendszer aktiválása előtt fogunk küldeni egy újabb tájékoztatót további információkkal a tesztelés lebonyolításáról.

Együttműködésüket megköszönve:

Hülber László

kutatásvezető

SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola

5. melléklet. Az online matematika mérés útmutatója.

Kedves Kapcsolattartó!

A mérés rövid útmutatóját küldjük most Önnek, kérjük, olvassa el figyelmesen a leírtakat, és ne térjen el a kötött pontokban tőlük.

A mérés megkezdéséhez szükséges feltételek:

A. Mérési azonosítók biztosítása

A mérésben résztvevő osztályok mérési azonosítós listájának feltöltése az eDIA-ba.

- Mindazon kódlistákat aktivizáltuk, amelyek 04.30. 14:00-ig a kért formában és adatokkal feltöltésre kerültek az Omatek-ba (születési dátum (éééé.hh.nn), mérési azonosító, tanulmányi átlag - akiknek volt -). A hibás feltöltéseket e-mailben jeleztük, és kértük a javításukat. A feltöltött táblákat megnézhetik az eDIA „Üzenetek” fülénél a megfelelő levél csatolmányában. Természetesen, aki még nem tudta feltölteni a listákat, megteheti ezután is, ezek a csoportok azonban később kezdhetik meg a mérést.

Nagyon fontos, hogy az azonosítókat ne cseréljék fel a diákok között: minden diák a saját azonosítóját kell hogy használja!

Olyan tanuló, akinek nincs feltöltve az azonosítója, nem vehet részt a mérésben más diák helyett!

- A diákok a mérési azonosítóik megadásával kezdhetik meg a tesztelést, ezért javasoljuk, hogy osszák ki a diákoknak a kódjaikat a helyesen feltöltött listák nyomtatott példányának szétdarabolt részeit használva. A kiosztott papírokon két dolog szerepeljen: a születési dátum és a mérési azonosító, ekkor minden diák meg tud róla győződni, hogy a helyes kódot tartja a kezében.

B. Technikai feltételek ellenőrzése és biztosítása

A teszt kitöltése kizárólag számítógép segítségével történik. Ennek következtében a mérés helyszínére a számítógép termék alkalmasak leginkább. A technikai paramétereket a rendszergazdának érdemes ellenőriznie a mérés megkezdése előtt.

- Intel Pentium 4 vagy jobb processzorral, legalább 128 MB RAM-mal rendelkező számítógépek
- legalább Windows XP Service Pack 2+ operációs rendszer
- minimum 1024x768-es képernyőfelbontás
- internetkapcsolat
- legalább Mozilla Firefox 4.0 vagy a Google Chrome legfrissebb verziója

Ezen paraméterek közül az internetkapcsolat sebessége illetve a web böngésző típusa és verziószáma lehet kritikus. Lassú internetkapcsolat esetén a mérés ideje hosszabbodhat meg. Nem megfelelő böngésző esetén az elemek rosszul jelenhetnek meg. *Ez utóbbit feltétlenül ellenőriztessük!*

A kitöltés időpontját Önök határozhatják meg az elektronikus rendszer aktivitásának idejében, ami idén május harmadikától június elsejéig lesz nyitva. A géptermekek korlátozott befogadóképessége miatt a csoportbontás, illetve a géptermekek leterheltsége miatt a délutáni teszt megoldás is engedélyezett, de ez utóbbi nem tekinthető ideális esetnek. Érdemes a konkrét mérés megkezdése előtt bekapcsolni a számítógépeket, a megfelelő böngészőt elindítani és a szükséges linket begépelni.

Ezzel sem veszítenek időt, kiküszöbölhetők az egyes tévedések.

Linkek:

1. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O1
2. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O2
3. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O3
4. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O4
5. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O5
6. évfolyam	edia.edu.u-szeged.hu/Omatek/O6

A teremben lévő felügyelő tanárnak jegyzetpapírokat kell biztosítani a tanulóknak, ezenkívül nincsenek speciális feladatai, a gyerekek egymás közötti kommunikációját, eszközhasználatát stb. kell ellenőriznie.

Méréskor

A diákoknak első lépésben, ha előkészítettük számukra a fentiek szerint a számítógépet, akkor a mérési azonosítójuk megadásával indul a tesztelés folyamata.

Kérjük, hívják fel a diákok figyelmét rá, hogy az azonosító begépelését hibátlanul végezzék!

A kódokban az „O” betű és a „0” szám nehezebben különböztethető meg, de itt iránymutatás az, hogy a kód szerkezete betű-szám-szám-szám – kötőjel – betű-szám-szám-szám. Ezt mondjuk el nekik, segítsük vele őket.

Első lépésben a tanulók egy rövid attitűd tesztet töltenek ki. Ebben a részben a diákokat kérdezzük a nemükről, születési dátumukról, matematika jegyükről, matematika attitűdjükről,

szüleik iskolai végzettségéről. Jelezzük a tesztben is, hogy ha nem rendelkeznek még osztályzattal, akkor „-” jelet üssenek. Amennyiben valamit nem tudnak a diákok, ne ragadjanak ott le. Az attitűd résszel 5 percnél több időt ne töltsenek el a tanulók.

A tanulmányi átlag tesztbeli megadására azoknál a csoportoknál van szükségünk, amelyeknél a listák feltöltése során ez kimaradt. Akiknek a táblázatában ez is szerepelt, azoknak köszönjük a munkáját!

Hívjuk fel a diákok figyelmét a következőkre:

- Összesen körülbelül 9-11 (évfolyamoktól függ) feladatot kell megoldaniuk.
- Nem ugyanazt a tesztet oldják meg a diákok.
- Egy feladat megtekintése után később visszatérhetnek rá, módosíthatják az eredményeket.

A válaszok megadásakor

- Ne gépeljenek be fölösleges karaktereket
- Ha eldöntendő a kérdés, akkor csak az „igen”-t vagy csak a „nem”-et írják be
- Igyekezzenek lehetőleg nem elgépelni semmit
- Használják bátran a jegyzet papírokat

A mérésben olyan korcsoportok is részt vesznek, amelyek nem tanultak még informatika tantárgyat.

Amennyiben számukra a kitöltés, a feladatok értelmezése stb. megoldhatatlan problémát jelentene, ne értelmezzék negatívan, számunkra ez ugyanúgy fontos információ, mintha hibátlanul töltenék ki. A tanárok legfeljebb a feladatok elolvasásában adhatnak segítséget.

A mérés egyénenkénti befejezésekor a diákok a zárt végű feladatokra kapnak egy eredményt, azonban a szöveges válaszaik értékelése ekkor még nem történik meg. Ez utófeldolgozást igényel. Erről a tényről is érdemes tájékoztatni a diákokat.

Az iskoláknak az osztályok, évfolyamok eredményeiről készülő jelentést az augusztusi értekezletek megkezdése előtt igyekszünk elkészíteni, ezek az eDIA rendszerben lesznek elérhetőek.

A mérés alatt informatikai-technikai segítséggel kapcsolatban keressék Halof Ferencet a (70) ***-****-es számon, kérdéseikkel bátran forduljanak hozzám a (70) ***-****-as számon illetve az omatek@edu.u-szeged.hu címen; mérési azonosítókkal kapcsolatban pedig Sisák Bernadett válaszol a (62) 343-068 számon.

Együttműködésüket hálásan megköszönve, üdvözlettel:

Hülber László

kutatásvezető

SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola

6. melléklet. A számítógép alapú minta háttéradatait gyűjtő kérdőív (képernyőképek)

Nemed (Válaszd ki a megfelelőt):

☐ Fiú

☐ Lány

Következő

1. kérdés

Milyen volt a tanulmányi átlagod az elmúlt félév végén? Írd be egy tizedes pontossággal!

Írj egy "-" jelet, ha nem rendelkezel ilyen adattal!

Következő

2. kérdés

Hányas voltál az elmúlt félév végén matematika tárgyból? Írj egy "-" jelet, ha nem tanultál ilyen tárgyat!

Matematika:

Következő

3. kérdés

Mennyire szereted a matematika tantárgyat? *Jelöld be azt a számot, amelyik kifejezi a véleményedet!*

Nagyon nem szeretem Nem szeretem Közömbös Szeretem Nagyon szeretem

Matematika

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

Következő

4. kérdés

Mi a szüleid legmagasabb iskolai végzettsége? *Mindkét oszlopban jelöld be a megfelelő számot!*

Anya

Apa

☐ 0

nem fejezte be az általános iskolát

☐ 0

☐ 1

általános iskola

☐ 1

☐ 2

szakmunkásképző

☐ 2

☐ 3

érettségi

☐ 3

☐ 4

főiskola

☐ 4

☐ 5

egyetem

☐ 5

Következő

5. kérdés

Tanulsz informatika tantárgyat az iskolában? *(Válaszd ki a megfelelőt):*

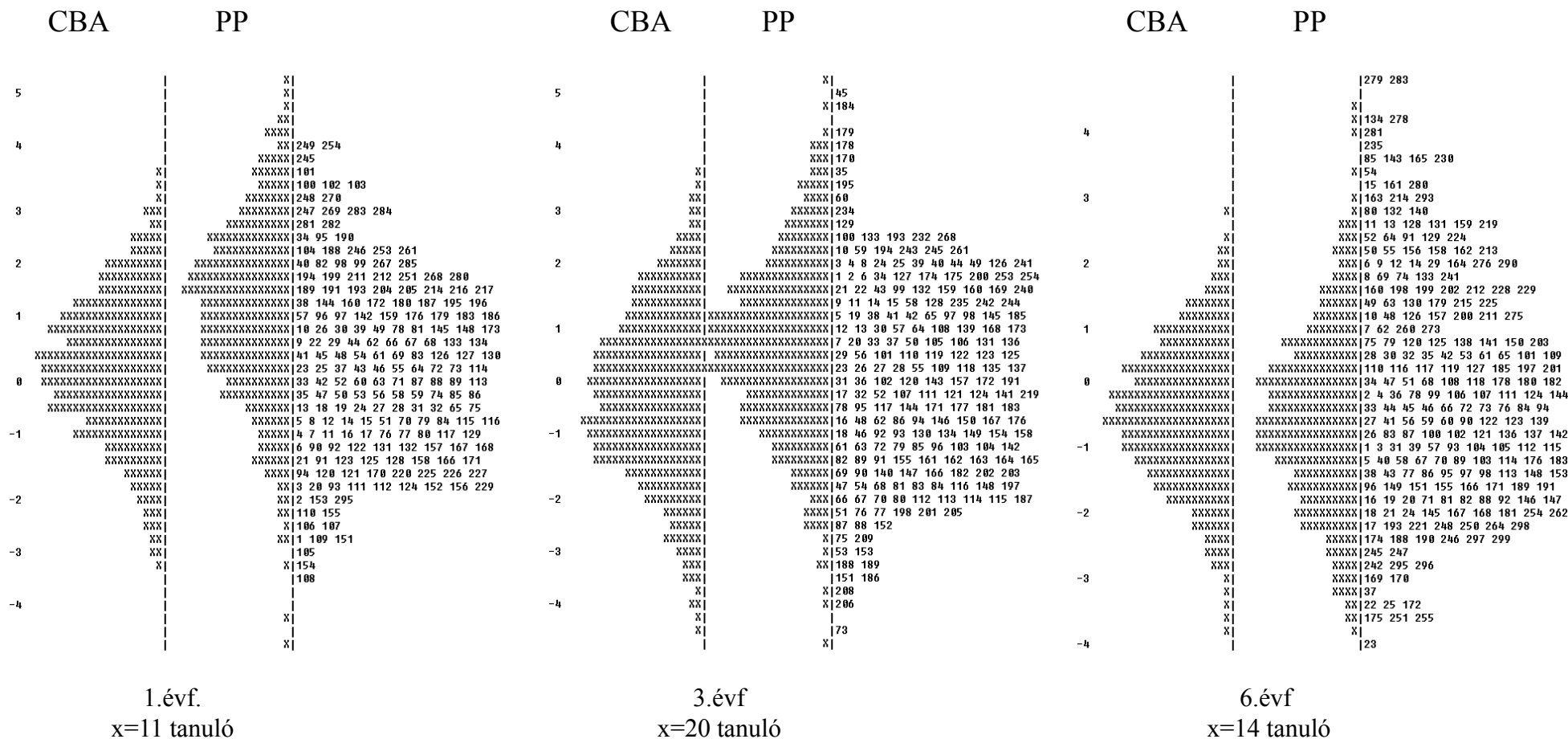
☐ Igen

☐ Nem

Következő

6. kérdés

7. melléklet. Első, harmadik és hatodik évfolyam személy/termék térképe

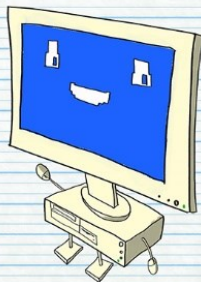


8. melléklet. Egy számítógép alapú tesztelést segítő tutorial vázlatképei



Számítógépes oktatóprogram

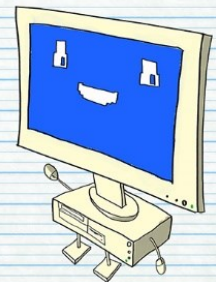
Tudod hogyan használjuk?



Kilépés (Ctrl+w)

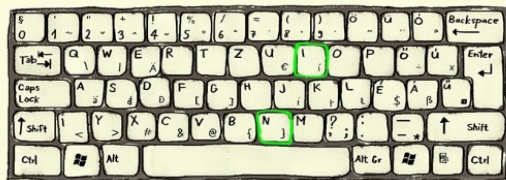
Számítógépes oktatóprogram

Ha igen, nyomd le az „i”,
ha nem akkor az „n” billentyűt!



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Ha igen, nyomd meg az „i”,
ha nem akkor az „n” billentyűt!

Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram

Nézzük hogyan
működik az egér!



Számítógépes oktatóprogram

Nem baj,
ha a tied
másképp néz ki,
mint a képen látható.



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram

Sokféle egér létezik!



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram

Sokféle egér létezik!



Kilépés (Ctrl+w)

Nyomd le az Enter billentyűt!

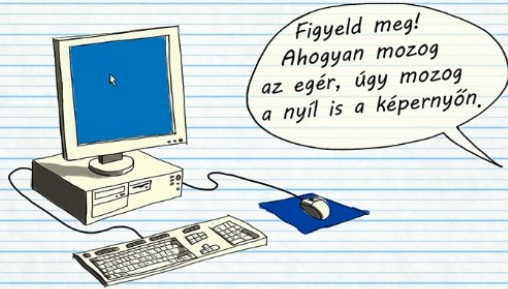
Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

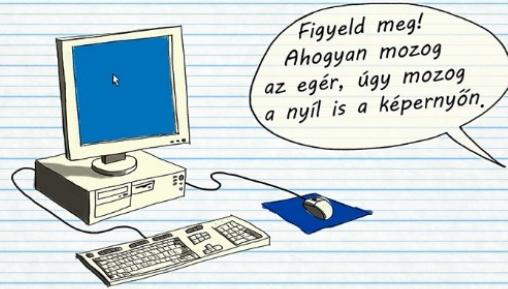
Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

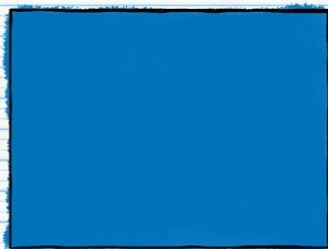
Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram



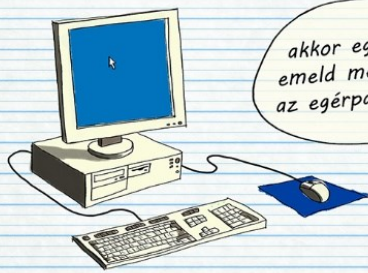
Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram



Kilépés (Ctrl+w)

Számítógépes oktatóprogram



akkor egyszerűen
emeld meg és tedd
az egérpád közepére!

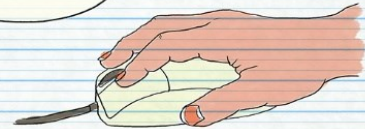
Kilépés (Ctrl+u)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram

A testben a legtöbb
feladatnál az egeret
fogod használni,



Számítógépes oktatóprogram

hogy rákattints
a helyes megoldásra.



Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram

A kattintás azt jelenti:
nyomd le a bal gombot,
majd engedd fel!



Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram

A kattintás azt jelenti:
nyomd le a bal gombot,
majd engedd fel!



Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram

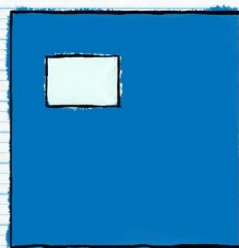
A kattintás azt jelenti:
nyomd le a bal gombot,
majd engedd fel!



Kilépés (Ctrl+u)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram



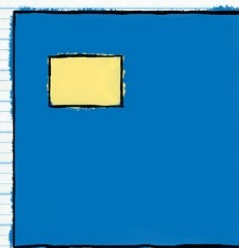
Hogyan kattintunk egy elemre?

- ★ Vidd a nyilat a fehér elemre!
- ★ Kattints egyet a bal gombbal, majd engedd fel!



Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram



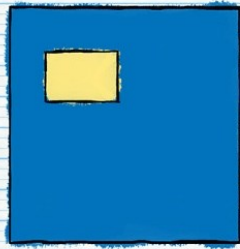
Hogyan kattintunk egy elemre?

- ★ Vidd a nyilat a fehér elemre!
- ★ Kattints egyet a bal gombbal, majd engedd fel!



Kilépés (Ctrl+u)

Számítógépes oktatóprogram



Hogyan kattintunk egy elemre?

- ★ Vidd a nyilat a fehér elemre!
- ★ Kattints egyet a bal gombbal, majd engedd fel!



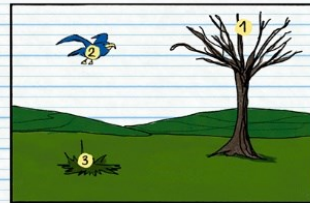
Kilépés (Ctrl+W)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Kilépés (Ctrl+W)

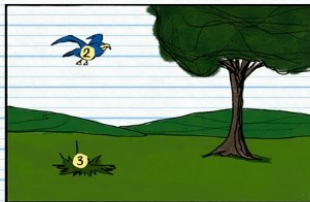
Számítógépes oktatóprogram

Kattints a képen látható számokra sorban!
Csináld olyan gyorsan, amennyire csak tudod!



Számítógépes oktatóprogram

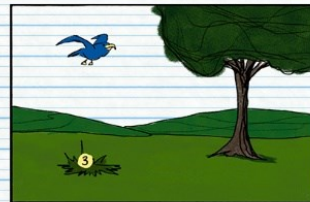
Kattints a képen látható számokra sorban!
Csináld olyan gyorsan, amennyire csak tudod!



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

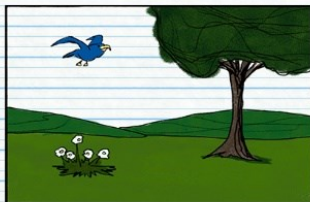
Kattints a képen látható számokra sorban!
Csináld olyan gyorsan, amennyire csak tudod!



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

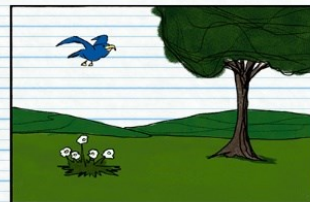
Kattints a képen látható számokra sorban!
Csináld olyan gyorsan, amennyire csak tudod!



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

Kattints a képen látható számokra sorban!
Csináld olyan gyorsan, amennyire csak tudod!



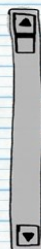
Ügyes vagy!

Kilépés (Ctrl+W)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram

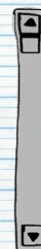
Előfordulhat, hogy
a képernyőn nem
minden elem fér el.



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

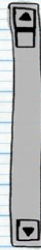
Ekkor a képernyő jobb
szélén megjelenik
a görgető sáv.



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

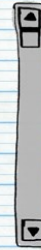
Tudod, hogyan
használjuk
a görgető sávot?



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

Ha igen,
nyolmd le az „i”,
ha nem,
akkor az „n” billentyűt!



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

Ahhoz, hogy láthasd
a képernyő alsó részét,
a görgető sávot
kell használnod.



Kilépés (Ctrl+W)

Számítógépes oktatóprogram

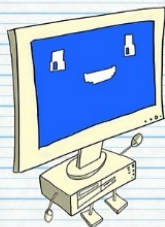
Ahhoz, hogy láthasd
a képernyő alsó részét,
a görgető sávot
kell használnod.



Kilépés (Ctrl+W)

Nyomd le az Enter billentyűt!

Számítógépes oktatóprogram

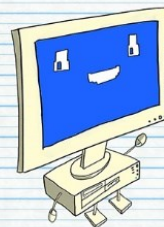


Nézzük meg, hogyan
működik a
görgető sáv!

Kilépés (Ctrl+W)

Tovább

Számítógépes oktatóprogram



Továbblépéshez
kattints
a Tovább feliratra!

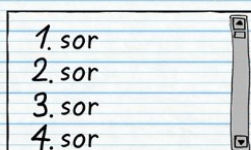
Kilépés (Ctrl+W)

Tovább

Számítógépes oktatóprogram

- ★ Először is vidd a nyílra a görgető sáv legalsó részéhez!
- ★ Kattints addig a lefelé mutató nyílra, amíg nem látod a 9. sort!

Görgezd le a képernyőt a 9. sorig, vagy kattints a „Mutasd!” gombra, hogy megtudd, hogyan kell!



Mutasd!

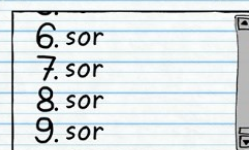
Kilépés (Ctrl+W)

Tovább

Számítógépes oktatóprogram

- ★ Először is vidd a nyílra a görgető sáv legalsó részéhez!
- ★ Kattints addig a lefelé mutató nyílra, amíg nem látod a 9. sort!

Görgezd le a képernyőt a 9. sorig, vagy kattints a „Mutasd!” gombra, hogy megtudd, hogyan kell!



Mutasd!

Kilépés (Ctrl+W)

Tovább

9. melléklet. 1. táblázat. Az alkalmazott itemek papír és számítógépen mutatott nehézségiértékei

<i>Évfolyam</i>	<i>Feladat azonosító (Klaszter\feladat\item)</i>	<i>PP itemnehézségi érték</i>	<i>CB itemnehézségi érték</i>
1	M1A4\1\ a	-1,27	-3,76
1	M1A4\1\ b	-1,24	-3,89
1	M1A4\1\ c	-1,21	-3,67
1	M1A4\1\ d	-1,37	-3,70
1	M1A4\2\ a	1,47	-0,63
1	M1A4\2\ b	1,22	-0,20
1	M1A4\2\ c	2,66	-0,28
1	M1A4\2\ d	2,22	2,08
1	M1A4\2\ e	2,15	1,94
1	M1A4\3\ a	-0,20	-1,49
1	M1A4\3\ b	0,34	-1,39
1	M1A4\3\ c	1,22	-0,99
1	M1A4\3\ d	1,49	-0,58
1	M1A4\3\ e	0,86	-0,90
1	M1A4\3\ f	0,80	-1,11
1	M1A6\1\ a	-3,36	-4,40
1	M1A6\1\ b	-2,61	-3,32
1	M1A6\1\ c	-2,68	-3,15
1	M1A6\1\ d	-3,74	-1,93
1	M1A6\1\ e	-3,00	-1,67
1	M1A6\2\ a	-2,42	-2,30
1	M1A6\2\ b	-1,90	-1,98
1	M1A6\2\ c	-2,09	-1,67
1	M1A6\2\ d	0,26	0,08
1	M1A6\2\ e	0,50	0,26
1	M1A6\3\ a	-0,37	-1,94
1	M1A6\3\ b	-0,28	-1,62
1	M1A6\3\ c	-0,53	-1,32
1	M1A6\3\ d	-0,46	-1,58
1	M1A6\3\ e	-0,27	-1,50
1	M1B4\1\ a	-0,18	-1,58
1	M1B4\1\ b	0,24	-1,75
1	M1B4\1\ c	0,05	-1,50
1	M1B4\2\ a	-1,50	-2,28
1	M1B4\2\ b	-1,31	-2,08
1	M1B4\3\ a	2,90	2,29
1	M1B4\3\ b	1,46	0,98
1	M1B4\3\ c	1,93	1,02
1	M1B4\3\ d	2,34	1,93
1	M1B4\3\ e	3,06	1,93
1	M1B4\4\ a	0,50	3,24
1	M1B4\4\ b	0,58	3,49
1	M1B4\4\ c	0,29	3,25

1. táblázat folytatása

1	M1B4\4\d	1,36	3,23
1	M1B4\4\e	3,28	2,09
1	M1B5\1\ a	-2,19	-2,68
1	M1B5\1\ b	-1,69	-2,57
1	M1B5\1\ c	-1,77	-2,12
1	M1B5\1\ d	0,50	0,16
1	M1B5\2\ a	0,74	0,15
1	M1B5\2\ b	-0,38	0,49
1	M1B5\2\ c	1,74	0,38
1	M1B5\3\ a	-0,38	-0,75
1	M1B5\3\ b	0,26	-0,26
1	M1B5\3\ c	0,00	-0,33
1	M1B5\3\ d	0,08	-0,82
1	M1B5\3\ e	-1,35	0,04
1	M1B5\4\ a	1,31	0,99
1	M1B5\4\ b	1,31	1,00
1	M1B5\4\ c	2,40	1,76
1	M1B5\4\ d	2,45	1,88
1	M1B6\1\ a	0,34	0,00
1	M1B6\1\ b	-0,35	-0,47
1	M1B6\1\ c	0,33	0,33
1	M1B6\1\ d	0,89	0,68
1	M1B6\1\ e	-0,12	-0,36
1	M1B6\2\ a	-0,21	-0,96
1	M1B6\2\ b	0,27	-0,11
1	M1B6\2\ c	-0,01	-0,33
1	M1B6\2\ d	0,47	0,22
1	M1B6\2\ e	0,51	0,14
1	M1B6\2\ f	-0,11	-0,38
1	M1B6\3\ a	-0,69	0,94
1	M1B6\3\ b	-0,90	-0,41
1	M1B6\3\ c	-1,00	-0,34
1	M1B6\3\ d	-0,27	-0,10
1	M1C1\1\ a	-1,86	-1,18
1	M1C1\1\ b	-1,92	2,05
1	M1C1\1\ c	-1,51	0,81
1	M1C1\2\ a	-2,03	-0,92
1	M1C1\2\ b	-2,09	-1,30
1	M1C1\2\ c	-1,34	0,64
1	M1C1\2\ d	0,17	1,91
1	M1C1\2\ e	-0,19	0,32
1	M1C1\3\ a	-2,02	-0,95
1	M1C1\3\ b	-1,67	-0,47
1	M1C1\3\ c	-1,47	-0,51
1	M1C1\3\ d	-1,24	-0,39
1	M1C1\3\ e	-1,17	-0,39
1	M1C1\3\ f	-0,94	-0,30
1	M1C2\1\ a	0,44	0,46

1. táblázat folytatása

1	M1C2\1\b	-0,37	-0,72
1	M1C2\1\c	-0,15	-0,74
1	M1C2\2\ a	0,49	0,16
1	M1C2\2\b	0,34	0,16
1	M1C2\2\c	1,26	1,31
1	M1C2\2\d	0,85	0,47
1	M1C2\2\ e	0,79	0,56
1	M1C2\2\ f	1,44	0,90
1	M1C2\3\ a	2,40	1,08
1	M1C2\3\b	3,31	2,16
1	M1C2\3\c	3,34	2,06
1	M1C2\3\d	3,74	2,11
1	M1C2\3\ e	3,79	1,96
1	M1C2\3\ f	2,75	1,39
1	M1C3\1\ a	-0,25	-0,79
1	M1C3\1\b	-0,17	-0,64
1	M1C3\1\c	0,38	-0,24
1	M1C3\1\d	0,00	2,64
1	M1C3\1\ f	0,02	-0,47
1	M1C3\2\ a	0,54	0,08
1	M1C3\2\b	1,56	1,24
1	M1C3\2\c	1,01	0,70
1	M1C3\2\d	1,79	1,88
1	M1C3\3\ a	1,03	0,36
1	M1C3\3\b	0,26	-0,18
1	M1C3\3\c	0,99	0,06
1	M1C3\3\d	1,15	0,51
1	M1C3\3\ e	0,75	0,30
1	M1C7\1\ a	-1,88	-1,73
1	M1C7\1\b	-1,74	-1,58
1	M1C7\1\c	-1,37	-1,10
1	M1C7\1\d	-1,43	-1,01
1	M1C7\2\ a	-2,19	-2,55
1	M1C7\2\b	-1,62	-2,03
1	M1C7\2\c	0,67	0,16
1	M1C7\2\d	0,37	-0,19
1	M1C7\3\ a	-1,42	-1,05
1	M1C7\3\b	-0,69	-0,32
1	M1C7\3\c	0,24	0,55
1	M1C7\4\ a	-1,24	-0,92
1	M1C7\4\b	-1,22	-0,90
1	M1C7\4\c	0,63	0,41
1	M1C7\4\d	0,88	0,64
1	M1D3\1\ a	0,90	0,28
1	M1D3\1\b	1,00	0,56
1	M1D3\1\c	0,19	-0,28
1	M1D3\1\d	0,49	0,17
1	M1D3\2\ a	-1,15	-0,65

1. táblázat folytatása

1	M1D3\2\b	0,87	0,63
1	M1D3\2\c	0,62	0,59
1	M1D3\2\d	-0,12	0,51
1	M1D3\2\e	-0,17	0,34
1	M1D3\3\ a	-2,04	-0,93
1	M1D3\3\ b	-1,41	-0,31
1	M1D3\3\ c	-1,01	-0,01
1	M1D3\3\ d	-0,84	0,06
1	M1D3\3\ e	-1,45	-0,51
1	M1D3\3\ f	-2,06	-0,81
2	M2A4\1\ a	-1,24	-0,80
2	M2A4\1\ b	-1,00	-0,67
2	M2A4\1\ c	-0,95	-0,62
2	M2A4\1\ d	-0,95	-0,69
2	M2A4\1\ e	-0,90	-0,54
2	M2A4\2\ a	-0,41	-0,61
2	M2A4\2\ b	-1,50	-1,69
2	M2A4\2\ c	-0,55	-0,15
2	M2A4\2\ d	-0,87	-0,87
2	M2A4\2\ e	1,44	0,87
2	M2A4\3\ a	0,62	0,66
2	M2A4\3\ b	0,80	-0,34
2	M2A4\3\ c	-1,16	0,15
2	M2A4\3\ d	-1,28	-1,41
2	M2A4\3\ e	-1,04	-1,21
2	M2A5\1\ a	-3,72	-3,05
2	M2A5\1\ b	-2,24	-2,16
2	M2A5\1\ c	-0,85	-1,01
2	M2A5\1\ d	-3,15	-2,65
2	M2A5\1\ e	-1,40	-1,22
2	M2A5\2\ a	1,08	0,71
2	M2A5\2\ b	0,86	1,10
2	M2A5\2\ c	1,76	1,07
2	M2A5\2\ d	1,98	2,13
2	M2A5\2\ e	2,31	2,12
2	M2A5\3\ a	-0,46	1,74
2	M2A5\3\ b	-0,46	1,45
2	M2A5\3\ c	0,99	-0,36
2	M2A5\3\ d	-0,36	-1,84
2	M2A5\3\ e	-0,36	-1,92
2	M2B2\1\ a	-2,26	-2,02
2	M2B2\1\ b	-2,38	-2,09
2	M2B2\1\ c	-1,79	-0,93
2	M2B2\1\ d	-1,28	-0,79
2	M2B2\1\ e	-1,72	-1,57
2	M2B2\2\ a	1,31	0,67
2	M2B2\2\ b	0,41	0,98
2	M2B2\2\ c	0,50	1,11

1. táblázat folytatása

2	M2B2\2\d	0,90	1,71
2	M2B2\2\e	1,24	1,75
2	M2B2\3\ a	1,65	2,09
2	M2B2\3\ b	0,80	1,00
2	M2B2\3\ c	0,89	1,11
2	M2B2\3\ d	0,76	0,61
2	M2B2\3\ e	4,59	0,15
2	M2B3\1\ a	-0,87	-1,08
2	M2B3\1\ b	-0,37	-0,25
2	M2B3\1\ c	-0,75	-0,67
2	M2B3\1\ d	-0,55	-0,41
2	M2B3\1\ e	-0,22	-0,29
2	M2B3\1\ f	0,12	0,13
2	M2B3\2\ a	1,54	2,29
2	M2B3\2\ b	1,76	2,55
2	M2B3\2\ c	1,72	2,66
2	M2B3\2\ d	1,88	2,65
2	M2B3\2\ e	2,03	2,77
2	M2B3\3\ a	0,71	0,79
2	M2B3\3\ b	1,89	1,75
2	M2B3\3\ c	1,36	1,43
2	M2B3\3\ d	1,20	1,46
2	M2B4\1\ a	1,74	0,72
2	M2B4\1\ b	2,44	1,76
2	M2B4\1\ c	0,53	0,24
2	M2B4\1\ d	1,50	0,60
2	M2B4\1\ e	1,03	0,16
2	M2B4\2\ a	1,24	0,64
2	M2B4\2\ b	0,94	0,16
2	M2B4\2\ c	2,97	2,75
2	M2B4\3\ a	-0,44	-1,00
2	M2B4\3\ b	-0,29	-0,87
2	M2B4\3\ c	-0,01	-0,74
2	M2B4\3\ d	0,31	-0,30
2	M2B4\3\ e	0,59	-0,13
2	M2B4\3\ f	1,19	0,19
2	M2C1\1\ a	-3,70	-3,00
2	M2C1\1\ b	-3,72	-3,29
2	M2C1\1\ c	-3,50	-2,82
2	M2C1\1\ d	-1,50	-1,45
2	M2C1\1\ e	-2,46	-2,40
2	M2C1\2\ a	-3,02	-3,45
2	M2C1\2\ b	-0,82	-1,02
2	M2C1\2\ c	-1,55	-1,82
2	M2C1\2\ d	-1,65	-1,30
2	M2C1\2\ e	0,93	0,58
2	M2C1\3\ a	-0,93	-0,85
2	M2C1\3\ b	-0,47	-0,83

1. táblázat folytatása

2	M2C1\3\c	-0,83	-0,57
2	M2C1\3\d	-0,38	-0,62
2	M2C1\3\c	0,09	-0,28
2	M2C6\1\c	-2,38	-1,18
2	M2C6\1\c	-1,85	-0,74
2	M2C6\1\c	-2,41	-1,17
2	M2C6\1\d	-0,53	-0,05
2	M2C6\1\c	-0,69	0,03
2	M2C6\2\c	0,48	0,44
2	M2C6\2\c	0,66	0,60
2	M2C6\2\c	0,67	0,63
2	M2C6\2\d	0,71	0,66
2	M2C6\2\c	0,87	1,09
2	M2C6\3\c	-1,83	-1,26
2	M2C6\3\c	-1,84	-0,77
2	M2C6\3\c	-1,23	-1,23
2	M2C6\3\d	-2,06	-1,21
2	M2C6\3\c	-1,60	-1,06
2	M2D4\1\c	-0,88	-0,49
2	M2D4\1\c	-2,06	-0,33
2	M2D4\1\c	-1,06	-0,21
2	M2D4\1\d	-0,62	0,26
2	M2D4\2\c	0,48	1,04
2	M2D4\2\c	1,08	2,07
2	M2D4\2\c	-1,57	-1,31
2	M2D4\2\d	-1,98	-1,39
2	M2D4\2\c	-0,61	-0,25
2	M2D4\3\c	-0,18	0,37
2	M2D4\3\c	1,97	2,25
2	M2D4\3\c	2,65	3,03
2	M2D4\3\d	-0,85	-0,91
2	M2D4\3\c	-0,25	0,55
2	M2D4\3\c	0,35	0,81
2	M2E3\1\c	0,78	-0,28
2	M2E3\1\c	1,39	0,31
2	M2E3\2\c	0,32	-0,52
2	M2E3\2\c	1,21	0,52
2	M2E3\2\c	0,84	0,02
2	M2E3\3\c	-0,15	-1,14
2	M2E3\3\c	-0,20	-1,23
2	M2E3\3\c	-0,25	-1,65
2	M2E3\3\d	0,67	-0,65
2	M2E3\3\c	0,64	-0,73
2	M2E3\4\c	2,67	-0,03
2	M2E3\4\c	1,18	0,25
2	M2E3\4\c	1,58	1,29
2	M2E3\4\d	1,54	-0,40
2	M2E3\4\c	2,65	0,96

1. táblázat folytatása

2	M2F3\1\ a	-0,92	-0,10
2	M2F3\1\ b	-0,53	0,31
2	M2F3\1\ c	-0,39	0,47
2	M2F3\1\ d	-0,04	0,15
2	M2F3\1\ e	-0,12	0,38
2	M2F3\1\ f	0,09	0,27
2	M2F3\1\ g	1,14	1,43
2	M2F3\2\ a	0,04	1,06
2	M2F3\2\ b	0,80	1,47
2	M2F3\2\ c	0,89	1,69
2	M2F3\2\ d	1,13	1,76
2	M2F3\2\ e	2,19	1,65
2	M2F3\3\ a	1,02	0,73
2	M2F3\3\ b	2,02	1,54
2	M2F3\3\ c	2,08	1,39
3	M3A3\1\ a	2,16	0,62
3	M3A3\1\ b	1,21	-0,27
3	M3A3\1\ c	2,38	0,84
3	M3A3\1\ d	1,73	0,16
3	M3A3\1\ e	2,11	0,58
3	M3A3\1\ f	1,42	-0,14
3	M3A3\2\ a	-1,41	-2,01
3	M3A3\2\ b	-1,38	-1,98
3	M3A3\2\ c	-1,61	-2,10
3	M3A3\2\ d	-1,53	-2,00
3	M3A3\2\ e	0,50	-1,90
3	M3A3\3\ a	0,79	-0,49
3	M3A3\3\ b	1,80	0,25
3	M3A3\3\ c	2,12	0,51
3	M3A3\3\ d	1,32	0,12
3	M3A7\1\ a	-0,68	-0,93
3	M3A7\1\ b	-1,80	-1,76
3	M3A7\1\ c	-0,76	-0,83
3	M3A7\1\ d	4,73	1,64
3	M3A7\1\ e	1,07	0,61
3	M3A7\2\ a	-3,67	-2,21
3	M3A7\2\ b	-2,14	-0,18
3	M3A7\2\ c	-3,41	-3,06
3	M3A7\2\ d	-3,31	-1,94
3	M3A7\3\ a	0,90	0,16
3	M3A7\3\ b	0,04	0,38
3	M3A7\3\ c	1,06	0,83
3	M3A7\3\ d	2,57	1,21
3	M3A7\3\ e	2,22	2,23
3	M3A7\3\ f	3,26	3,18
3	M3A8\1\ a	0,25	-1,15
3	M3A8\1\ b	-1,80	-0,83
3	M3A8\1\ c	-2,14	-1,20

1. táblázat folytatása

3	M3A8\1\d	0,48	0,83
3	M3A8\1\e	1,96	1,17
3	M3A8\2\ a	-2,26	-2,15
3	M3A8\2\ b	-1,88	-2,11
3	M3A8\2\ c	-1,70	-1,88
3	M3A8\2\ d	-1,40	-1,64
3	M3A8\2\ e	-2,13	-2,01
3	M3A8\3\ a	-4,01	-8,84
3	M3A8\3\ b	-1,54	-1,18
3	M3A8\3\ c	-3,65	-4,45
3	M3A8\3\ d	-2,95	-6,36
3	M3A8\3\ e	-1,72	-2,72
3	M3B1\1\ a	-3,83	-0,74
3	M3B1\1\ b	-2,61	-0,18
3	M3B1\1\ c	-2,94	-0,84
3	M3B1\1\ d	-0,82	1,17
3	M3B1\1\ e	-1,37	0,72
3	M3B1\2\ a	0,32	1,52
3	M3B1\2\ b	0,19	1,47
3	M3B1\2\ c	-1,00	0,29
3	M3B1\2\ d	1,39	2,07
3	M3B1\2\ e	1,58	2,05
3	M3B1\3\ a	-1,40	0,10
3	M3B1\3\ b	-1,09	0,16
3	M3B1\3\ c	-1,28	0,28
3	M3B1\3\ d	-1,21	0,46
3	M3B1\3\ e	-1,26	0,86
3	M3B6\1\ a	-1,18	-1,31
3	M3B6\1\ b	-0,55	-0,80
3	M3B6\1\ c	-0,77	-0,92
3	M3B6\1\ d	0,11	-0,57
3	M3B6\1\ e	-0,11	-0,52
3	M3B6\2\ a	-0,37	-1,14
3	M3B6\2\ b	2,93	1,20
3	M3B6\2\ c	1,19	1,16
3	M3B6\2\ d	3,07	1,67
3	M3B6\2\ e	1,45	2,45
3	M3B6\3\ a	0,94	0,38
3	M3B6\3\ b	0,94	0,14
3	M3B6\3\ c	-0,21	-1,09
3	M3B6\3\ d	-0,03	-1,05
3	M3B6\3\ e	1,58	0,73
3	M3E2\1\ a	0,70	-0,25
3	M3E2\1\ b	-0,08	0,57
3	M3E2\1\ c	-0,51	0,48
3	M3E2\1\ d	0,39	-0,20
3	M3E2\2\ a	0,36	0,57
3	M3E2\3\ a	2,24	2,17

1. táblázat folytatása

3	M3E2\3\b	1,66	1,87
3	M3E2\3\c	1,14	1,31
3	M3E2\3\d	-1,17	2,67
3	M3E2\4\ a	-1,58	-0,85
3	M3E2\4\ b	0,04	0,42
3	M3E2\4\ c	1,29	1,70
3	M3E2\4\ d	2,25	2,55
3	M3E2\4\ e	-1,51	-0,93
3	M3E2\4\ f	0,14	0,23
3	M3F5\1\ a	-1,09	0,10
3	M3F5\1\ b	-0,59	-0,32
3	M3F5\1\ c	0,80	0,72
3	M3F5\1\ d	1,86	1,78
3	M3F5\1\ e	4,01	3,63
3	M3F5\2\ a	-0,37	-0,03
3	M3F5\2\ b	0,39	0,61
3	M3F5\2\ c	1,00	1,16
3	M3F5\2\ d	1,68	1,98
3	M3F5\2\ e	1,86	2,02
3	M3F5\3\ a	-0,49	1,12
3	M3F5\3\ b	-0,16	1,22
3	M3F5\3\ c	4,03	1,68
3	M3F5\3\ d	4,22	2,04
3	M3F5\3\ e	5,51	5,10
3	M4A8\1\ a	0,58	1,85
3	M4A8\1\ b	0,41	1,72
3	M4A8\1\ c	0,36	2,00
3	M4A8\1\ d	0,46	1,94
3	M4A8\2\ a	-1,60	1,22
3	M4A8\2\ b	-0,36	1,70
3	M4A8\2\ c	-1,25	0,77
3	M4A8\2\ d	0,19	1,95
3	M4A8\2\ e	-0,60	1,43
3	M4A8\2\ f	0,98	2,22
3	M4A8\3\ a	-0,74	1,35
3	M4A8\3\ b	-1,64	0,85
3	M4A8\3\ c	-1,80	0,83
3	M4A8\3\ d	-0,91	1,25
3	M4A8\3\ e	-0,77	1,37
3	M4E2\1\ a	-1,05	-2,16
3	M4E2\1\ b	-1,14	-2,20
3	M4E2\1\ c	0,47	-0,54
3	M4E2\1\ d	0,02	-1,10
3	M4E2\2\ a	-0,75	-1,99
3	M4E2\2\ b	0,53	-1,76
3	M4E2\2\ c	0,30	-1,38
3	M4E2\2\ d	0,01	-1,74
3	M4E2\2\ e	-0,69	-1,89

1. táblázat folytatása

3	M4E2\3\ a	0,82	-1,21
3	M4E2\3\ b	1,02	-0,60
3	M4E2\4\ a	-0,91	-2,38
3	M4E2\4\ b	-1,28	-2,47
3	M4E2\4\ c	0,27	-1,23
3	M4E2\4\ d	0,15	-1,61
4	M3A9\1\ a	-2,18	-1,47
4	M3A9\1\ b	-1,74	-0,96
4	M3A9\1\ c	-1,68	-0,87
4	M3A9\1\ d	-1,88	-1,04
4	M3A9\1\ e	-2,00	-1,17
4	M3A9\2\ a	-0,01	1,14
4	M3A9\2\ b	-1,61	-1,41
4	M3A9\2\ c	-2,23	-1,13
4	M3A9\2\ d	-2,02	-1,31
4	M3A9\2\ e	1,51	1,44
4	M3A9\3\ a	-3,65	-2,56
4	M3A9\3\ b	-0,20	-0,12
4	M3A9\3\ c	-6,18	-2,44
4	M3A9\3\ d	-0,44	-0,60
4	M3A9\3\ e	-1,19	-0,94
4	M3B8\1\ a	3,47	2,21
4	M3B8\1\ b	0,48	0,44
4	M3B8\1\ c	0,65	0,67
4	M3B8\1\ d	0,81	0,73
4	M3B8\2\ a	-0,27	-0,86
4	M3B8\2\ b	-0,66	-1,15
4	M3B8\2\ c	-0,16	-0,81
4	M3B8\2\ d	-0,24	-1,16
4	M3B8\2\ e	0,54	-0,39
4	M3B8\2\ f	-0,71	-0,95
4	M3B8\3\ a	-0,33	-1,54
4	M3B8\3\ b	0,09	0,43
4	M3B8\3\ c	-0,26	-1,05
4	M3B8\3\ d	0,74	0,51
4	M3B8\3\ e	-0,81	-0,22
4	M4A1\1\ a	-1,98	-2,29
4	M4A1\1\ b	-1,50	-1,97
4	M4A1\1\ c	-1,68	-2,21
4	M4A1\1\ d	-1,58	-2,16
4	M4A1\1\ e	-1,93	-2,21
4	M4A1\2\ a	1,09	1,24
4	M4A1\2\ b	1,33	2,22
4	M4A1\2\ c	1,05	0,22
4	M4A1\2\ d	3,19	1,82
4	M4A1\2\ e	1,45	0,33
4	M4A1\3\ a	0,24	0,72
4	M4A1\3\ b	-0,23	-0,51

1. táblázat folytatása

4	M4A1\3\c	-0,39	-0,45
4	M4A1\3\d	0,48	0,11
4	M4A1\3\c	0,55	0,16
4	M4A2\1\c	-0,56	-0,46
4	M4A2\1\c	-0,85	-0,93
4	M4A2\1\c	0,15	-0,19
4	M4A2\1\c	1,01	0,82
4	M4A2\1\c	-0,91	-1,29
4	M4A2\2\c	-0,28	-0,39
4	M4A2\2\c	-0,04	-0,12
4	M4A2\2\c	-1,09	-1,12
4	M4A2\3\c	0,51	0,17
4	M4A2\3\c	0,69	0,42
4	M4A2\4\c	-0,78	0,75
4	M4A2\4\c	-0,15	1,21
4	M4A2\4\c	-1,02	-1,21
4	M4A2\4\c	-1,02	-0,98
4	M4A2\4\c	-0,26	-0,45
4	M4A4\1\c	-0,19	-0,19
4	M4A4\1\c	0,03	0,36
4	M4A4\1\c	0,13	-0,04
4	M4A4\1\c	0,68	0,70
4	M4A4\2\c	-2,22	-2,69
4	M4A4\2\c	-1,03	-1,45
4	M4A4\2\c	0,03	-0,56
4	M4A4\2\c	-0,75	-0,96
4	M4A4\2\c	0,84	0,39
4	M4A4\3\c	-1,77	-1,87
4	M4A4\3\c	-0,46	-1,17
4	M4A4\3\c	-1,64	0,43
4	M4A4\3\c	1,11	-1,79
4	M4A4\3\c	1,37	0,31
4	M4A4\3\c	1,01	0,61
4	M4A9\1\c	0,17	2,46
4	M4A9\1\c	0,47	2,07
4	M4A9\1\c	1,32	0,86
4	M4A9\1\c	2,79	0,10
4	M4A9\1\c	1,09	0,32
4	M4A9\2\c	11,45	4,43
4	M4A9\2\c	7,21	4,11
4	M4A9\2\c	2,18	2,76
4	M4A9\2\c	1,42	0,82
4	M4A9\3\c	-0,04	-0,48
4	M4A9\3\c	-0,68	-0,76
4	M4A9\3\c	-1,38	-1,67
4	M4A9\3\c	-0,86	-1,14
4	M4A9\3\c	-1,35	-1,58
4	M4C2\1\c	-0,55	-0,58

1. táblázat folytatása

4	M4C2\1\b	-0,33	-0,43
4	M4C2\1\c	-0,41	-0,47
4	M4C2\1\d	-0,11	-0,28
4	M4C2\1\e	2,02	2,14
4	M4C2\2\ a	0,16	0,06
4	M4C2\2\ b	0,48	0,26
4	M4C2\2\ c	0,28	-0,09
4	M4C2\2\ d	0,11	-0,02
4	M4C2\2\ e	-0,03	-0,15
4	M4C2\3\ a	0,45	0,38
4	M4C2\3\ b	0,30	-0,01
4	M4C2\3\ c	0,08	0,35
4	M4C2\3\ d	0,08	0,05
4	M4C2\3\ e	-0,98	-0,92
4	M4C5\1\ a	-0,05	-0,81
4	M4C5\1\ b	0,19	-0,34
4	M4C5\1\ c	1,38	0,17
4	M4C5\1\ d	0,01	-0,50
4	M4C5\1\ e	-0,16	0,06
4	M4C5\2\ a	-0,14	3,27
4	M4C5\2\ b	-0,97	3,31
4	M4C5\2\ c	0,40	1,13
4	M4C5\2\ d	-0,06	3,81
4	M4C5\2\ e	0,64	1,25
4	M4C5\3\ a	1,17	0,75
4	M4C5\3\ b	0,24	0,38
4	M4C5\3\ c	-0,20	-0,06
4	M4C5\3\ d	0,36	0,09
4	M4C5\3\ e	0,72	0,67
4	M4F4\1\ a	-2,54	-3,58
4	M4F4\1\ b	-2,88	-3,13
4	M4F4\1\ c	-3,40	-2,76
4	M4F4\1\ d	-3,26	-2,29
4	M4F4\1\ e	-2,88	-0,97
4	M4F4\2\ a	-1,43	-0,80
4	M4F4\2\ b	-0,33	-0,39
4	M4F4\2\ c	-0,37	-0,22
4	M4F4\2\ d	0,20	0,27
4	M4F4\2\ e	3,07	2,61
4	M4F4\3\ a	-1,64	-1,85
4	M4F4\3\ b	-1,71	-1,57
4	M4F4\3\ c	-1,44	-1,32
4	M4F4\3\ d	-1,32	-0,91
4	M4F4\3\ e	-1,26	-0,56
4	M4F5\1\ a	-1,54	-2,42
4	M4F5\1\ b	-1,93	-2,22
4	M4F5\1\ c	-1,50	-1,42
4	M4F5\1\ d	-1,65	-1,03

1. táblázat folytatása

4	M4F5\1\e	-2,32	-0,49
4	M4F5\2\ a	1,51	0,84
4	M4F5\2\ b	3,00	1,32
4	M4F5\2\ c	2,92	2,82
4	M4F5\2\ d	4,11	4,15
4	M4F5\3\ a	2,58	2,91
4	M4F5\3\ b	3,59	2,87
4	M4F5\3\ c	2,61	2,66
4	M4F5\3\ d	3,31	2,62
4	M4F5\3\ e	3,16	3,43
4	M4F5\3\ f	3,99	3,35
5	M4B4\1\ a	-3,89	-3,55
5	M4B4\1\ b	-3,33	-3,08
5	M4B4\1\ c	-3,07	-2,94
5	M4B4\1\ d	-2,59	-2,72
5	M4B4\1\ e	-3,38	-3,23
5	M4B4\1\ f	0,60	-0,35
5	M4B4\2\ a	0,74	0,06
5	M4B4\2\ b	2,27	1,12
5	M4B4\3\ a	-0,21	-2,31
5	M4B4\3\ b	-2,02	-2,05
5	M4B4\3\ c	-0,44	-0,25
5	M4B4\3\ d	-0,52	-0,40
5	M4B4\4\ a	1,99	1,46
5	M4B4\4\ b	2,45	2,62
5	M4B4\4\ c	2,24	0,96
5	M5A1a\1\ a	-2,80	-2,07
5	M5A1a\1\ b	-2,91	-1,78
5	M5A1a\1\ c	-1,11	-0,36
5	M5A1a\1\ d	-0,59	-0,07
5	M5A1a\1\ e	-0,12	0,48
5	M5A1a\2\ a	-0,33	4,20
5	M5A1a\2\ b	-1,41	-0,80
5	M5A1a\2\ c	-0,04	4,13
5	M5A1a\2\ d	-0,91	-0,41
5	M5A1a\2\ e	-2,79	-2,02
5	M5A1a\3\ a	-1,98	-1,06
5	M5A1a\3\ b	-2,01	-1,01
5	M5A1a\3\ c	-2,01	-1,47
5	M5A1a\3\ d	-1,98	-1,13
5	M5A1a\3\ e	-2,25	-1,13
5	M5A2b\1\ a	-0,68	-0,97
5	M5A2b\1\ b	-0,01	-0,03
5	M5A2b\1\ c	-1,35	-1,53
5	M5A2b\1\ d	-1,67	-1,58
5	M5A2b\1\ e	2,55	2,46
5	M5A2b\2\ a	-1,37	-1,57
5	M5A2b\2\ b	0,42	-0,03

1. táblázat folytatása

5	M5A2b\2\c	-1,73	-1,46
5	M5A2b\2\d	1,18	0,73
5	M5A2b\2\e	0,33	-0,14
5	M5A2b\2\f	-0,35	-0,88
5	M5A2b\3\ a	0,00	0,01
5	M5A2b\3\ b	0,66	0,69
5	M5A2b\3\ c	1,39	1,30
5	M5A2b\3\ d	1,28	1,22
5	M5B2b\1\ a	-0,75	-0,70
5	M5B2b\1\ b	0,17	-0,20
5	M5B2b\1\ c	0,45	0,04
5	M5B2b\1\ d	0,73	0,23
5	M5B2b\1\ e	0,30	-0,12
5	M5B2b\2\ a	-1,38	-1,21
5	M5B2b\2\ b	0,27	-0,11
5	M5B2b\2\ c	0,69	0,07
5	M5B2b\2\ d	-0,47	-0,50
5	M5B2b\2\ e	0,00	-0,41
5	M5B2b\3\ a	-1,38	-1,61
5	M5B2b\3\ b	-0,57	-1,02
5	M5B2b\3\ c	-0,66	-0,99
5	M5B2b\3\ d	0,05	-0,64
5	M5B2b\3\ e	-0,19	-1,07
5	M5B5a\1\ a	0,47	0,36
5	M5B5a\1\ b	-1,43	-0,65
5	M5B5a\1\ c	0,03	0,27
5	M5B5a\1\ d	-1,69	-0,53
5	M5B5a\1\ e	-1,47	0,44
5	M5B5a\2\ a	-1,81	-1,33
5	M5B5a\2\ b	-1,09	-0,47
5	M5B5a\2\ c	-1,84	-1,10
5	M5B5a\2\ d	-0,50	-0,31
5	M5B5a\2\ e	-1,92	-1,27
5	M5B5a\3\ a	-0,84	-1,45
5	M5B5a\3\ b	-0,82	-1,03
5	M5B5a\3\ c	-0,64	-0,88
5	M5B5a\3\ d	-0,56	-0,30
5	M5B5a\3\ e	-0,56	-0,63
5	M5C2\1\ a	2,75	2,09
5	M5C2\1\ b	3,36	2,42
5	M5C2\2\ c	5,78	8,06
5	M5C2\2\ d	5,50	8,37
5	M5C2\2\ e	4,13	2,69
5	M5C2\2\ a	4,75	2,99
5	M5C2\2\ b	4,64	2,17
5	M5C2\3\ c	3,48	0,26
5	M5C2\3\ d	5,06	5,46
5	M5C2\3\ e	5,37	2,48

1. táblázat folytatása

5	M5C2\3\	1,43	0,54
5	M5C2\3\b	1,65	0,47
5	M5C2\3\c	1,87	0,72
5	M5C2\3\d	1,39	0,31
5	M5C2\3\	2,65	1,50
5	M5D2\1\	-0,02	-0,29
5	M5D2\1\b	-1,91	-1,64
5	M5D2\1\c	-3,20	-2,57
5	M5D2\1\d	-0,09	-0,46
5	M5D2\1\	-2,81	-2,49
5	M5D2\2\	-1,56	-1,60
5	M5D2\2\b	-1,26	-1,76
5	M5D2\2\c	-0,94	-1,11
5	M5D2\2\d	0,30	-0,28
5	M5D2\3\	-1,56	-1,19
5	M5D2\3\b	-0,11	-0,40
5	M5D2\3\c	-3,42	-2,40
5	M5D2\3\d	-1,88	-2,09
5	M5D2\3\	-1,93	-1,55
5	M5D2\3\	-1,05	-1,75
5	M5D3\1\	-0,08	-0,61
5	M5D3\1\b	-0,69	-0,93
5	M5D3\1\c	-0,22	-0,36
5	M5D3\1\d	-0,77	-0,87
5	M5D3\1\	-0,22	-0,39
5	M5D3\2\	0,65	0,30
5	M5D3\2\b	4,10	3,07
5	M5D3\2\c	2,14	1,60
5	M5D3\2\d	0,73	1,52
5	M5D3\3\	1,21	1,26
5	M5D3\3\b	1,07	1,56
5	M5D3\3\c	2,14	1,79
5	M5D3\3\d	1,76	1,76
5	M5D3\3\	2,70	2,28
5	M6C2\1\	-1,69	-0,96
5	M6C2\1\b	-1,03	-0,57
5	M6C2\1\c	-0,35	-0,17
5	M6C2\1\d	1,13	0,80
5	M6C2\1\	1,12	1,10
5	M6C2\2\	-2,01	-1,01
5	M6C2\2\b	-1,17	-0,28
5	M6C2\2\c	-1,19	-0,33
5	M6C2\2\d	-1,36	-0,13
5	M6C2\2\	-0,79	-0,12
5	M6C2\3\	-3,17	-2,37
5	M6C2\3\b	-2,40	-1,69
5	M6C2\3\c	-2,21	-1,61
5	M6C2\3\d	-0,15	0,05

1. táblázat folytatása

5	M6C2\3\c	-1,02	-0,69
5	M6C3b\1\c	0,53	0,26
5	M6C3b\1\c	0,72	0,37
5	M6C3b\1\c	0,30	0,12
5	M6C3b\1\c	-0,10	-0,10
5	M6C3b\1\c	0,72	1,38
5	M6C3b\2\c	2,59	3,06
5	M6C3b\2\c	1,89	2,85
5	M6C3b\2\c	2,92	2,27
5	M6C3b\2\c	1,43	2,90
5	M6C3b\2\c	3,66	2,53
5	M6C3b\3\c	0,43	-0,22
5	M6C3b\3\c	0,46	-0,36
5	M6C3b\3\c	-0,63	-0,96
5	M6C3b\3\c	0,01	-0,72
5	M6C3b\3\c	-0,44	-1,34
6	M5B3b\1\c	-0,18	-0,34
6	M5B3b\1\c	-0,06	-0,10
6	M5B3b\1\c	0,09	-0,01
6	M5B3b\1\c	0,16	0,43
6	M5B3b\1\c	0,81	0,58
6	M5B3b\2\c	-0,53	-0,07
6	M5B3b\2\c	-1,76	-0,99
6	M5B3b\2\c	-2,09	-1,33
6	M5B3b\2\c	-2,09	-1,19
6	M5B3b\2\c	-1,53	-0,97
6	M5B3b\3\c	-0,27	0,27
6	M5B3b\3\c	-0,20	0,27
6	M5B3b\3\c	-0,25	0,16
6	M5B3b\3\c	-0,13	0,37
6	M5B3b\3\c	-0,16	0,47
6	M5B5b\1\c	-0,93	-0,42
6	M5B5b\1\c	-0,02	0,08
6	M5B5b\1\c	1,66	1,01
6	M5B5b\1\c	1,46	1,29
6	M5B5b\2\c	1,09	2,08
6	M5B5b\2\c	0,12	0,08
6	M5B5b\2\c	1,70	2,32
6	M5B5b\2\c	0,43	0,46
6	M5B5b\3\c	-0,58	-0,49
6	M5B5b\3\c	-1,24	-0,98
6	M5B5b\3\c	-1,37	-1,11
6	M5B5b\3\c	-0,69	-0,58
6	M5B5b\3\c	-0,26	-0,55
6	M5G3\1\c	0,12	-0,30
6	M5G3\1\c	-0,11	-1,42
6	M5G3\1\c	1,26	-0,03
6	M5G3\1\c	1,33	0,76

1. táblázat folytatása

6	M5G3\1\e	3,59	2,66
6	M5G3\2\ a	-1,59	-1,75
6	M5G3\2\ b	-1,91	-1,89
6	M5G3\2\ c	-1,02	-0,85
6	M5G3\2\ d	-0,67	-0,35
6	M5G3\2\ e	3,83	3,55
6	M5G3\3\ a	-0,91	-1,36
6	M5G3\3\ b	-0,80	-0,80
6	M5G3\3\ c	-1,54	-1,71
6	M5G3\3\ d	-1,00	-1,09
6	M5G3\3\ e	-0,60	-0,62
6	M6C1\1\ a	-1,76	-1,74
6	M6C1\1\ b	-2,04	-2,12
6	M6C1\1\ c	-2,13	-1,92
6	M6C1\1\ d	-3,25	-1,78
6	M6C1\1\ e	-3,31	-1,78
6	M6C1\2\ a	-1,79	-1,91
6	M6C1\2\ b	-3,69	-3,53
6	M6C1\2\ c	-4,92	-4,06
6	M6C1\2\ d	-2,72	-1,96
6	M6C1\2\ e	-3,73	-3,49
6	M6C1\3\ a	-1,27	-0,71
6	M6C1\3\ b	-0,89	-0,41
6	M6C1\3\ c	-0,10	0,57
6	M6C1\3\ d	1,25	1,97
6	M6C1\3\ e	-0,20	0,46
6	M6C6\1\ a	-0,52	-0,96
6	M6C6\1\ b	0,31	-0,28
6	M6C6\1\ c	0,68	-0,31
6	M6C6\1\ d	0,45	-0,20
6	M6C6\1\ e	0,75	0,48
6	M6C6\2\ a	1,83	1,17
6	M6C6\2\ b	-0,02	0,21
6	M6C6\2\ c	3,91	2,62
6	M6C6\2\ d	4,46	2,28
6	M6C6\2\ e	3,18	1,26
6	M6C6\3\ a	3,70	2,64
6	M6C6\3\ b	4,56	2,76
6	M6C6\3\ c	4,71	1,78
6	M6E1a\1\ a	-1,62	-0,98
6	M6E1a\1\ b	-0,68	-0,02
6	M6E1a\1\ c	-1,28	-0,86
6	M6E1a\1\ d	-0,72	-0,17
6	M6E1a\1\ e	-1,37	-1,03
6	M6E1a\2\ a	2,14	2,00
6	M6E1a\2\ b	1,18	0,94
6	M6E1a\2\ c	2,15	1,78
6	M6E1a\2\ d	2,47	1,86

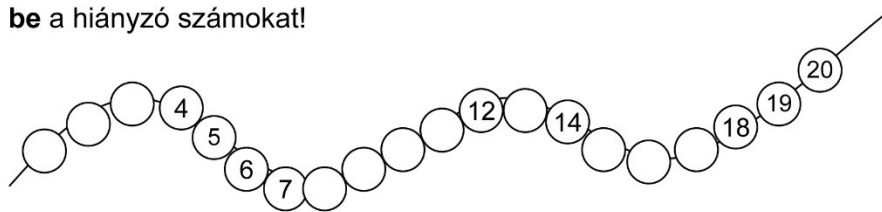
1. táblázat folytatása

6	M6E1a\2\c	1,63	1,07
6	M6E1a\3\c	2,51	2,50
6	M6E1a\3\c	1,93	1,87
6	M6E1a\3\c	2,44	2,61
6	M6E1a\3\c	1,56	1,86
6	M6E1a\3\c	3,24	3,22
6	M6E1b\1\c	1,10	0,59
6	M6E1b\1\c	1,43	0,85
6	M6E1b\1\c	2,02	1,27
6	M6E1b\1\c	2,91	2,32
6	M6E1b\1\c	1,35	0,39
6	M6E1b\2\c	-0,13	-0,41
6	M6E1b\2\c	-1,17	-1,10
6	M6E1b\2\c	0,23	-0,03
6	M6E1b\2\c	2,63	1,78
6	M6E1b\2\c	-1,12	-1,27
6	M6E1b\3\c	-2,16	-1,79
6	M6E1b\3\c	-0,53	-0,40
6	M6E1b\3\c	-1,00	-0,25
6	M6E1b\3\c	2,53	1,71
6	M6E1b\3\c	1,30	0,70
6	M6F2\1\c	-1,55	-0,78
6	M6F2\1\c	-1,36	-0,79
6	M6F2\1\c	0,69	0,81
6	M6F2\1\c	-0,46	-0,28
6	M6F2\1\c	2,35	2,69
6	M6F2\2\c	0,78	0,71
6	M6F2\2\c	-0,78	-0,44
6	M6F2\2\c	3,37	3,62
6	M6F2\2\c	-0,68	-0,39
6	M6F2\3\c	-2,76	-2,03
6	M6F2\3\c	-2,72	-1,81
6	M6F2\3\c	-2,37	-1,71
6	M6F2\3\c	-1,94	-1,39
6	M6F2\3\c	-2,39	-1,61
6	M6F2\3\c	-0,06	0,71
6	M6G1\1\c	2,14	2,29
6	M6G1\1\c	-2,77	-1,84
6	M6G1\1\c	-1,40	-0,87
6	M6G1\1\c	-0,61	-0,34
6	M6G1\1\c	-2,66	-1,46
6	M6G1\2\c	-2,59	-1,47
6	M6G1\2\c	-2,56	-1,48
6	M6G1\2\c	-2,26	-1,27
6	M6G1\2\c	-1,21	-0,24
6	M6G1\2\c	-2,22	-0,72
6	M6G1\3\c	-3,95	0,41
6	M6G1\3\c	-0,86	-0,71

1. táblázat folytatása

6	M6G1\3\c	-1,78	-1,12
6	M6G1\3\d	-1,77	-1,05
6	M6G1\3\c	-3,66	-0,97
6	M6H1\1\c	-1,84	-1,04
6	M6H1\1\c	0,11	0,48
6	M6H1\1\c	-0,81	-0,42
6	M6H1\1\d	-0,25	0,15
6	M6H1\1\c	0,29	0,55
6	M6H1\2\c	-0,90	-0,06
6	M6H1\2\c	-5,03	-3,21
6	M6H1\2\c	-2,35	-1,35
6	M6H1\2\d	-1,49	-1,00
6	M6H1\2\c	-2,16	-1,21
6	M6H1\3\c	-1,38	-0,61
6	M6H1\3\c	0,03	0,41
6	M6H1\3\c	-2,28	-1,33
6	M6H1\3\d	-0,51	-0,34
6	M6H1\3\c	-0,64	-0,24

1. Írd be a hiányzó számokat!



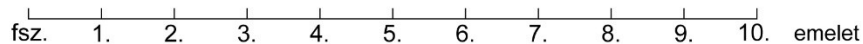
a	
b	
c	
d	

2. Petiék házában a lift úgy romlott el, hogy csak páros emeleteken áll meg.

Sorold fel a 10 emeletes ház páros számú emeleiteit!

Páros számú emeletek:

Peti az ötödik emeleten lakik. **Karikázd be** a hozzá legközelebb eső emeletek számát!



A barátja Peti fölött lakik három emelettel. Az ő emeletén megáll a lift?

Számolás:

Válasz: _____

a	
b	
c	
d	
e	

3. Írj „I” betűt az igaz, „H” betűt a hamis állítás után! **Használd** a második feladat számegyenesét!

- a) Az 5 kisebbik egyes számszomszédja a 3
- b) A 4 nagyobbik egyes számszomszédja az 5
- c) A 10 kisebbik egyes számszomszédja a 11
- d) A 0-nak nincs egyes számszomszédja
- e) A 11 kisebbik egyes számszomszédja a 10
- f) A 3 egyes számszomszédjai a 2 és a 4

a	
b	
c	
d	
e	
f	

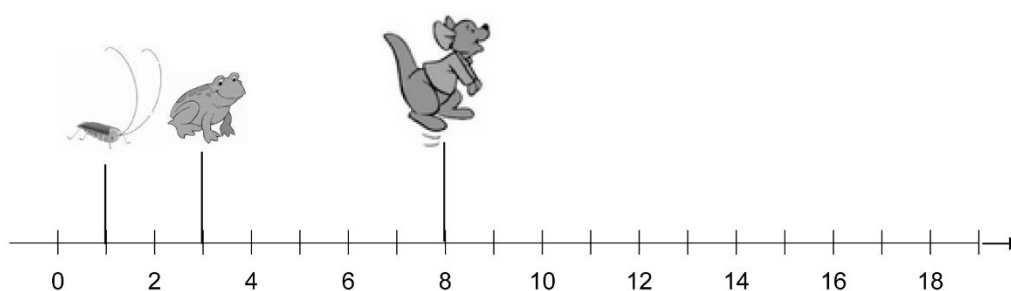
1. Melyik több? **Végezd el** a műveleteket! **Tedd ki** a számkártyák közé a megfelelő jelet (<,<=,>)!

a	
b	
c	
d	
e	

.....	
$5 + 2$	<input type="text"/>	$11 - 2$	<input type="text"/>	$9 + 4$

2. Az állatok ugróversenyt rendeztek. A számegyenesen az elért eredményeket láthatod. **Válaszolj** a kérdésekre!

a	
b	
c	
d	
e	



- a) Hány méterre ugrott a szöcske? méterre ugrott.
 b) Hány méterre ugrott a béka? méterre ugrott.
 c) Ki ugrott a legmesszebb? A ugrott a legmesszebb.
 d) Hány méterrel ugrott nagyobb a kenguru a szöcskénél? méterrel.
 e) Hány méterrel ugrott kisebb a béka a kengurunál? méterrel.

3. **Írd** a felsorolt számokat a megfelelő helyre!

a	
b	
c	
d	
e	

5 13 8 16 1

páros számok		páratlan számok	
tíznél kisebb számok	tíznél nagyobb számok	tíznél kisebb számok	tíznél nagyobb számok
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1. **Add össze! Karikázd be** a helyes eredmény betűjelét!

a	
b	
c	

a)   
A 11 B 12 C 13 D 14 E 15

b)

9

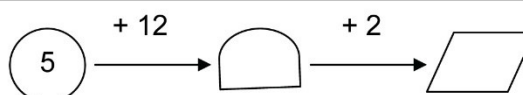
7

4

A 16 B 20 C 17 D 19 E 11

c) $6 + 8 + 3 =$ **A 14 B 18 C 17 D 16 E 11**

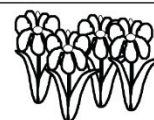
2. **Számítsd ki! Írd a megfelelő helyre!**



a	
b	

3. Kati 9 szál virágot kötött csokorba, 4-gyel többet, mint Évi.

Fanni csokrába 4-gyel kevesebb jutott, mint Katiéba.



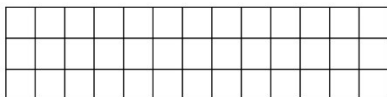
a	
b	
c	
d	
e	

a) **Gyűjtsd ki az adatokat! Számolj!**

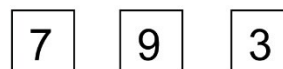
b) Hány szál virágot kötött csokorba Évi?

c) Hány szál virág van Fanni csokrában?

d) Hány szál virágot kötöttek csokorba a lányok összesen? **Számolj! Válaszolj!**

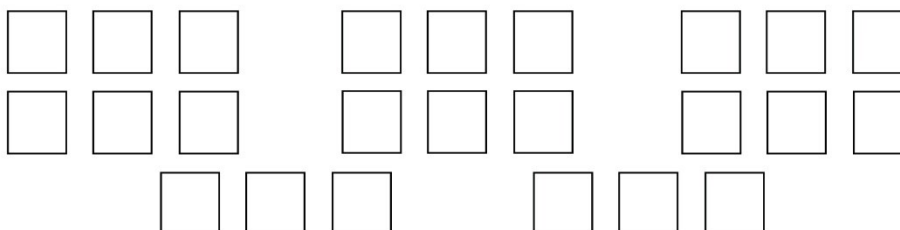


4. Ádám különböző módon tette egymás mellé ezeket a számkártyákat. Próbáld meg te is! Keresd meg az összes megoldást!



a	
b	
c	
d	
e	

Írd rá a számokat az üres kártyákra! (Az üres kártyákból több van!)



Add össze a három számot! Mennyi lett a végeredmény? **Írd ide!**

Karikázd be azokat a csoportokat, ahol kerek tízeshez adtad a harmadik számot!

1. Írj a keretbe **I** betűt, ha igaz az állítás! Írj **N** betűt, ha nem igaz az állítás!

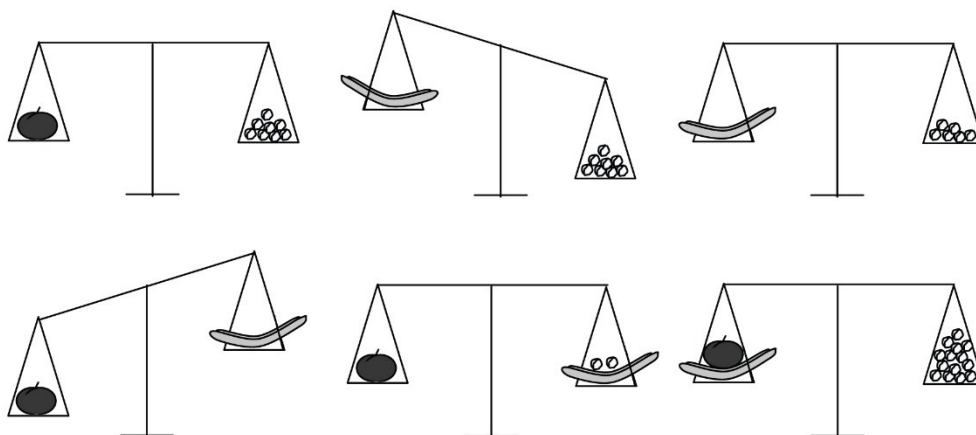
a	
b	
c	
d	
e	

a) $7 + 2 = 9 - 2$ ☐ b) $7 + 2 < 9 - 2$ ☐ c) $7 + 2 > 9 - 2$ ☐

d) $8 + 9 = 8 + 10 - 1$ ☐ e) $8 + 9 = 10 + 10 - 2 + 1$ ☐

2. Marcsi egyforma üveggolyókkal mérgette a gyümölcsöket.

a	
b	
c	
d	
e	
f	



A méréseiről számfeladatokat írt.

Tegyél egy ✓ jelet a számfeladat mellé, ha egyetértesz Marcsival!

Húzd át a számfeladatot így: ✕, ha Marcsi tévedett!

a) $8 - 2 = 6$ b) $8 - 2 < 6$ c) $8 = 6 + 2$

d) $8 - 2 = 6 + 2$ e) $8 > 6 + 2$ f) $8 + 6 = 14$

3. Írj a számok közé + vagy – jelet! Igaz legyen az egyenlőség!

a	
b	
c	
d	

a) 8 5 2 = 11

b) 8 5 2 = 1

c) 8 5 2 = 15

d) 8 5 2 = 5

<p>1. Lacinak 12 színes ceruzája van, 4-nek kitörött a hegye.</p> <p>Mennyivel tud most színezni?</p> <p>Számolás:</p> <p>Válasz: _____</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> </table>	a		b		c							
a													
b													
c													
<p>2. Mártiék 5-en vannak a családban, és 6 vendég jön hozzájuk.</p> <p>Hányan lesznek?</p> <p>Számolás:</p> <p>Válasz: _____</p> <p>Elég lesz-e a 12 teríték az ebédhez?</p> <p>Összehasonlítás:</p> <p>Válasz: _____</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d		e			
a													
b													
c													
d													
e													
<p>3. Rendezd sorba életkorok szerint a következő fogalmak betűjelét! Kezdd a legfiatalabbal!</p> <p>A) iskolás B) csecsemő C) nyugdíjas</p> <p>D) bölcsődés E) óvodás F) felnőtt</p> <p>Válasz: _____</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>f</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d		e		f	
a													
b													
c													
d													
e													
f													

1. A madáretetőben tizenegy madár volt, de a macska elijesztett hármat.
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
- Kérdezz** a változásra!
- Számolás:
2. Van otthon 3 db narancsod, 2 db banánod, 5 db almád, 4 db mandarinod.
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |
| f | |
- Hány darab gyümölcsöt tudsz felhasználni, ha narancsból és banánból készítesz gyümölcssalátát?
- Számolás:
- Válasz: _____
- Almából és mandarinból készíted a gyümölcssalátát! **Igaz vagy hamis** az az állítás, hogy ekkor 10 gyümölcsöt tudsz felhasználni?
- Számolás:
- Válasz: _____
3. Egy étteremben rendelsz, öt euró van nálad. **Költsd el** a pénzedet hatféle módon úgy, hogy egyszerre egy dologból csak egyet rendelhetsz! A rendeléseket a betűjelekkel add meg! (Használd az árjegyzéket!)
- | | | |
|----|------------------|--------|
| A) | Sajtos szendvics | 2 euró |
| B) | Sonkás szendvics | 3 euró |
| C) | Citrom torta | 2 euró |
| D) | Eper torta | 3 euró |
| E) | Ásványvíz | 1 euró |
| F) | Üdítő | 2 euró |
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |
| f | |
- Első rendelés:.....
- Második rendelés:.....
- Harmadik rendelés:.....
- Negyedik rendelés:.....
- Ötödik rendelés:.....
- Hatodik rendelés:.....

1. **Karikázd be** azokat a számokat, amelyek igazzá teszik a nyitott mondatokat!

a) $4 + 3 < \square < 10$ $\square = 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10$

b) $20 - 3 > \Delta > 18 - 4$ $\Delta = 12 \ 13 \ 14 \ 15 \ 16 \ 17 \ 18 \ 19 \ 20 \ 21 \ 22$

a	
b	
c	
d	
e	
f	

2. Dani matricás albumába egy oldalra 20 matrica fér. A 9 matrica mellé most ragaszt be 4-et. Mennyi matricát kell még kapnia, hogy tele legyen az oldal?

Húzd alá azokat a nyitott mondatokat, amelyekkel a feladatot meg tudod oldani!

A) $9 + 4 + \square = 20$

B) $9 + 4 = \square$

C) $20 - 9 - 4 = \square$

D) $20 - 9 = \square$



Számolj! Válaszolj!

Számolás:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Válasz:

a	
b	
c	
d	

3. A tálcán 15-nél kevesebb, de 5-nél több sütemény van.

Karikázd be az igaz állítások betűjelét, **húzd át** a hamisakét!

- a) Nincs 15 sütemény a tálcán.
 b) 5 sütemény van a tálcán.
 c) Ehetek 6 süteményt.
 d) Legalább 6 sütemény van a tálcán.
 e) Van 15 sütemény a tálcán.



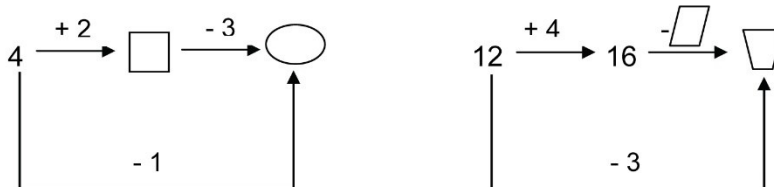
a	
b	
c	
d	
e	

1. **Számolj** a nyilaknak megfelelően! **Írd** az eredményeket az üres keretekbe!



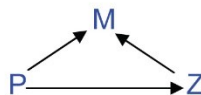
a	
b	
c	
d	

2. **Végezd el** a műveleteket! **Írd be** a hiányzó számokat!



a	
b	
c	
d	

3. Peti, Misi és Zoli fociskártyákat gyűjt. A nyíl arra a fiúra mutat, akinek több kártyája van. **Válaszolj** a kérdésekre!



a) Kinek van a legtöbb kártyája?

b) Kinek van a legkevesebb kártyája?

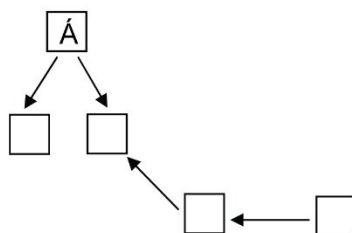
c) Írd le a gyerekek nevét kártyáik mennyisége alapján csökkenő sorrendben!

a	
b	
c	

4. Ádám barátja Sanyi és Marci. Peti barátja Laci. Laci barátja Marcinak is.

Írd az ábrába a gyerekek nevének kezdőbetűjét!

A nyilak (\longrightarrow) a barátok felé mutatnak.



a	
b	
c	
d	

1. Figyeld meg a neveket a postaládákon!

Kovács	Kiss	Hámori	Nagy
Takács	Balogh	Szabó	Molnár

Folytasd! A **jó** választ **karikázd be**, a rosszat húzd át!

- Kovács postaládája alatt van Takácsé. ☒ Igen ☐ ~~Nem~~
- a) Hámori ládája Szabóé alatt van. ☐ Igen ☐ Nem
- b) Molnáré Nagy ládája fölött van. ☐ Igen ☐ Nem
- c) Kiss ládája Kovácsé mellett van. ☐ Igen ☐ Nem
- d) Nagyé Molnár ládája fölött van. ☐ Igen ☐ Nem

2. Figyeld a fiókokat!

paprika	bors	vegeta
kömény	kávé	kakaó
cukor	liszt	só

Válassz a szavak közül: alatt, fölött, mellett!

A megfelelővel **egészítsd ki** a mondatot!

- a) A kömény a kávé van.
- b) A kakaó a só van.
- c) A paprika helye a kömény van.
- d) A liszt van a kávé.
- e) A kömény van a cukor.

3. Írd a házra, ki hol lakik!

d)	e)	f)
c)	Ancsa	Dani
Feri	a)	b)

Ancsa alatt lakik Gergő.

Dani fölött Laci lakik.

Laci Peti mellett lakik.

Tomi Gergő mellett lakik.

Luca fölött lakik Kati.

1. **Írd le**, milyen számokat jelölnek a betűk!

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		33	a)				38	39	40
	42		44		b)				50
51			54	55			c)		
		63			66	67		69	70
d)	72		74		76	77	78		
81				85			88		e)

a)

b)

c)

d)

e)

2. A matematikaóra elején a gyerekeknek öt számot kellett kitalálniuk.

Írd le a tulajdonságok alapján, hogy melyik számokra gondolt a tanító néni!

a) A legkisebb kétjegyű, páratlan szám:

b) A 35 nagyobb egyes számszomszédja:

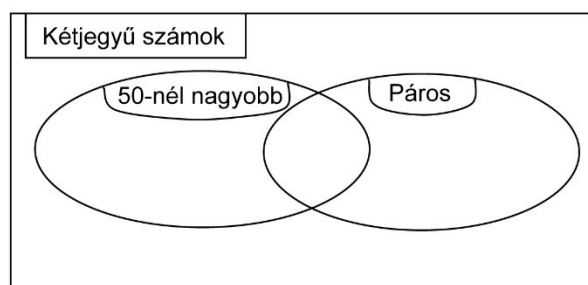
c) Az 58 kisebb tízes számszomszédja:

d) Kisebb egyes számszomszédja a 43, nagyobb a 45:

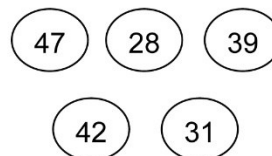
e) A legnagyobb kétjegyű számnál 20-szal kisebb:

3. **Írd** a megadott számokat az ábra megfelelő helyére! **Minden számot csak egy helyre írhatasz!**

25 54 79 12 91



1. **Válogass a megadott számok közül! Írd a pontsorra!**



A legkisebb szám:

A legkisebb páratlan szám:

A $31 < \square < 42$ nyitott mondatot igazzá tevő szám:

A legnagyobb szám:

Írd le a számokat csökkenő sorrendben!

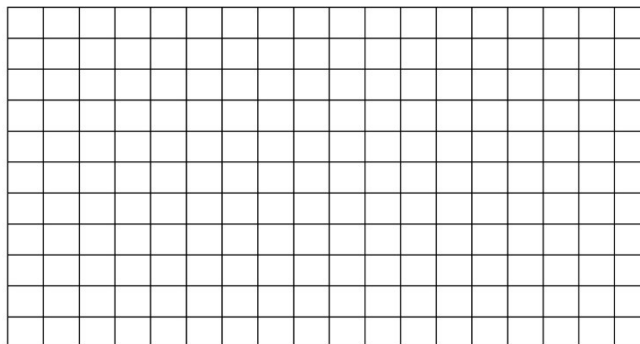
a	
b	
c	
d	
e	

2. Kriszti és Zsófi egy-egy 100 darabos kirakóval játszik. Levi megszámolta, hogy Kriszti már 28 darabot használt fel. Zsófinak pedig még 23 darabot kell a helyére illeszteni. Ki rakott ki többet? Mennyivel?

Mennyit rakott ki Zsófi?

Melyik több?

Mennyivel?

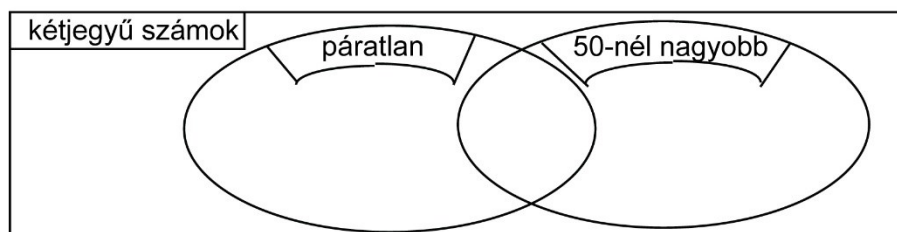


Válaszolj!

a	
b	
c	
d	
e	

3. **Írd be** a számokat a megfelelő helyre!

23 62 82 73 16



a	
b	
c	
d	
e	

1. Számítsd ki! **Karikázd be** a helyes megoldást!

a) $65 + 24 =$ **A.** 85 **B.** 69 **C.** 89 **D.** 84

b) $28 + 70 =$ **A.** 78 **B.** 35 **C.** 98 **D.** 81

c) $69 - 27 =$ **A.** 62 **B.** 49 **C.** 96 **D.** 42

d) $56 - 19 =$ **A.** 30 **B.** 37 **C.** 35 **D.** 47

e) $9 \cdot 8 =$ **A.** 15 **B.** 72 **C.** 1 **D.** 56

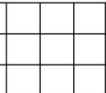
2. Kitti az édesanyjával mézeskalácsot süt. Az egyik tepsibe 6 sort tudnak rakni. Minden sorba 4 darab fér. A másik tepsibe 9 sort, soronként 3 darabot helyeztek.

Hány darab volt a tepsikben külön-külön?

Gyűjtsd ki az adatokat! Számolj!

Hány darabot sütöttek összesen?

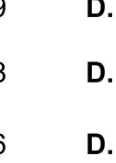
Hány darab mézesük lett, ha nagymama hozott még 18-at? **Számolj! Válaszolj!**


 _____

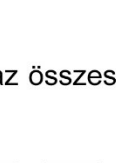
3. Alex különböző sorrendben adta össze ezeket a számokat:

$43 + 29 + 27$

Próbáld meg te is! **Írd rá** a számokat az üres kártyákra! Keresd meg az összes lehetőséget! (Több üres kártya van, mint amire szükséged lesz.)







Add össze a három számot! Mennyi lett a végeredmény? Írd ide!

Karikázd be azokat a számhármassokat, ahogy célszerű csoportosítani az összeadást! (Ha két számot összeadsz, kerek tízeseket kapsz.)

1. Végezd el a műveleteket!

a)

4	3	:	5	=	

b)

5	9	:	6	=	

c)

3	7	:		=	4
	1				

d)

4	6	:		=	6
	4				

e)

		:	2	=	7
	1				

f)

		:	3	=	9
	2				

a	
b	
c	
d	
e	
f	

2. Peti ötösével csoportosítja az üveggolyóit, de 3 golyó kimaradt.

Mennyi üveggolyója lehet, ha azt tudom, hogy 20-nál több, 45-nél kevesebb golyója van?

Írd a táblázatba az összes lehetséges megoldást!



Üveggolyók száma						
Ötös csoportok száma						

a	
b	
c	
d	
e	

3. Tomi 4-gyel osztotta, majd a maradékok alapján csoportosította a számokat.

Segíts neki! Írd a megadott számokat a megfelelő helyre!

	18	4	37	15
	16	13	34	27
	40	9	22	11

a	
b	
c	
d	

- Itt számolhatsz!

- [illegible]

• • • • •

• • • • •

.....

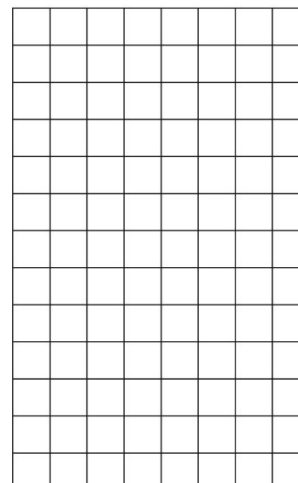
.....

* * * * *

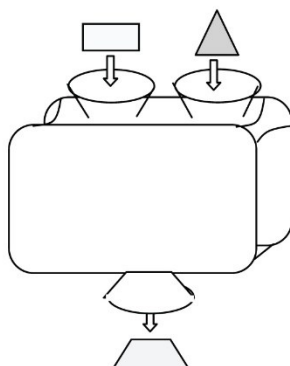
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |






- c) Hány bélyege marad Bécinek?



- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |
| f | |



- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

		
40	30	
60		68
	50	56
34	56	
12		44
	23	32

1. **Figyeld meg a logikai készlet elemeit!**

Tegyél az állítás után (I) betűt, ha igaz, (H) betűt, ha hamis!



Minden lap nagy.	
Van közöttük lyukas.	
Van olyan, amelyik nem nagy.	
Nincs közöttük kicsi, lyukas.	
Egyik sem körlap.	

a	
b	
c	
d	
e	

2. **Figyeld meg jól a számokat!**

24, 39, 70, 11, 63

Döntsd el az állításokról, hogy igazak, vagy hamisak-e!

Karikázd be a megfelelő betűt!

Van közöttük páros szám.	I	H
Nincs olyan szám, amelyikben a két számjegy megegyezik.	I	H
Mindegyik nagyobb, mint 20.	I	H
Van olyan szám, amelyik tízesekre kerekített értéke önmaga.	I	H
A tízesek helyén álló szám egyiknél sem nagyobb, mint 7.	I	H

a	
b	
c	
d	
e	

3. Három számkártyánk van. Mindig kettőt húzunk ki belőlük. (Kétszer ugyanaz a szám nem szerepelhet.)

8 1 3

Döntsd el az állításokról, hogy **igazak (I)**, vagy **hamisak (H)**!

A két szám összege biztos, hogy páros.	
Lehet, hogy a két szám szorzata páratlan.	
Lehet, de nem biztos, hogy a két szám összege páratlan.	
A két szám szorzata biztos, hogy nem lehet páros.	
Lehet két olyan szám, amelynek különbsége páros.	

a	
b	
c	
d	
e	

1. **Folytasd** a számsorokat 3-3 taggal!

- a) 68, 69, 70,,,
- b) 14, 18, 22,,,
- c) 90, 80, 70,,,
- d) 23, 32, 41,,,
- e) 57, 52, 47,,,

a	
b	
c	
d	
e	

- 2.



Lilla 12 napja olvassa Fekete István Vuk című regényét.

Számítása szerint 16 nap alatt a könyv végére ér, ha naponta 6 oldalt olvas.

Vezesd tovább Lilla olvasónaplóját! **Töltsd ki** a táblázatot!

Napok száma	12	13	14	15	16
Oldalak száma	72				

Hány oldalas a könyv?

a	
b	
c	
d	
e	

3. **Válogass! Írd** az állítások betűjelét a megfelelő téglalapba!

- a) A következő napok reggelén két-két fokkal hűl a levegő hőmérséklete.
- b) Attila névnapjára minden barátjától egy-egy játékautót kapott ajándékba.
- c) A kerti medencéből meleg nyári napokon naponta 3 liter víz párolog el.
- d) Kata haja egyre hosszabb lesz.
- e) Tomi minden ötösért matricát kap a nagypapájától.

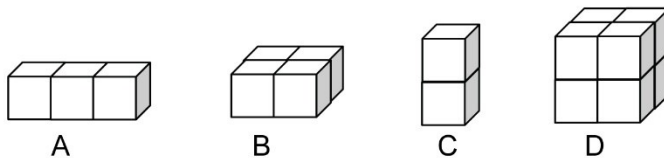
Csökken

Növekszik

a	
b	
c	
d	
e	

1. Fehér kiskockákból építettük ezeket az alakzatokat.

a) **Írd ide** annak a betűjelét, amelyik kocka alakú:



b)-d) **Írj a keretbe I** betűt, ha igaz az állítás! **Írj N** betűt, ha nem igaz!

B kevesebb kockából épült, mint A.

B kétszer annyi kockából épült, mint C.

D négyszer annyi kockából épült, mint C.

- 2.



a) A fentiek közül hány tábla téglalap alakú?

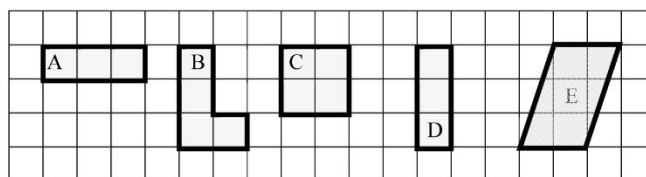
b) **Írd ide**, hányadik közlekedési tábla téglalap alakú:

c) Hány csúcsa van a téglalap alakú táblának?

d) Hány csúcsa van az első táblának?

e) **Írd ide**, hányadik közlekedési táblának nincs csúcsa:

- 3.



a) Melyik nem négyszög? **Írd ide** a betűjelét:

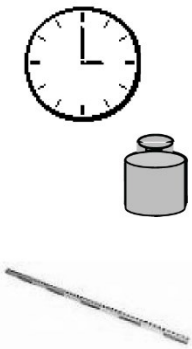
b) Hány téglalap van köztük? **Karikázd be** a számot! 1 2 3 4 5

c) Melyik téglalap? **Írd ide** a betűjelét:

d) Melyik négyzet? **Írd ide** a betűjelét:

e) Hány csúcsa van a B jelű alakzatnak?

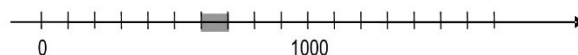
f) Hány oldala van a B jelű alakzatnak?

1.	Pótold a hiányzó mennyiségeket!	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> </table>	a		b							
a												
b												
	a) $1\text{ m} = 20\text{ cm} + \dots\dots\text{ cm}$ b) $1\text{ hl} = 75\text{ liter} + \dots\dots\text{ liter}$											
2.	Melyik több? Tedd ki a megfelelő jelet (< ; > ; =)!	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> </table>	a		b		c					
a												
b												
c												
	a) 3 óra 5 perc <input style="width: 40px; border: 1px solid black;" type="text"/> 35 perc b) 1 kg <input style="width: 40px; border: 1px solid black;" type="text"/> 55 dkg + 45 dkg c) $15\text{ m} - 7\text{ m}$ <input style="width: 40px; border: 1px solid black;" type="text"/> $15\text{ dm} - 7\text{ dm}$											
3.	Anyuka pogácsát süttött, melyhez 45 dkg lisztet, 25 dkg túrót és 25 dkg margarint használt fel. Karikázd be az állítások előtti betűt, ha igaz! Húzd át , ha nem igaz!	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d		e	
a												
b												
c												
d												
e												
	a) Anyuka több lisztet használt, mint túrót. b) A túró és a margarin együtt nagyobb tömegű, mint a liszt. c) A túró kevesebb, mint a margarin. d) Kétszer annyi margarin nagyobb tömegű lenne, mint a liszt. e) Kétszer annyi liszt 1 kg lenne.											
4.	Válogasd szét a mennyiségeket! Írd be a betűjelüket a megfelelő helyre!	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d		e	
a												
b												
c												
d												
e												
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">a) 20 dm</div> <div style="text-align: center;">b) 200 cm</div> <div style="text-align: center;">c) 95 cm</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">d) 50 mm</div> <div style="text-align: center;">e) 11 dm</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 60px; margin: 10px;"></div> <div style="text-align: center; margin: 10px;"> $< 1\text{ m} <$ </div> <div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 60px; margin: 10px;"></div> </div>											

<p>1. Ildi, Tomi, Vera és Gabi közül csak ketten mehetnek kirándulni. Ki lehet ez a kettő? Írd le az összes lehetséges megoldást!</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Hányféle megoldást találtál?.....</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> <tr><td>f</td><td></td></tr> <tr><td>g</td><td></td></tr> </tbody> </table>	a		b		c		d		e		f		g	
a															
b															
c															
d															
e															
f															
g															
<p>2. Rudi négy játékot nézett ki a boltban, de csak hármat vehet meg. Írd le az összes lehetséges választást! (A betűjelekkel dolgozz!)</p> <p>A) autó B) lego C) cápa D) maci</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Hányféle megoldást találtál?.....</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> </tbody> </table>	a		b		c		d		e					
a															
b															
c															
d															
e															
<p>3. Egy zsákban van egy kék és két fehér golyó.</p> <p>Hányat kell kihúznod, hogy biztos legyen köztük egy fehér?</p> <p>Válasz: _____</p> <p>Hányat kell kihúznod, hogy biztos legyen köztük két különböző színű?</p> <p>Válasz: _____</p> <p>Hányat kell kihúznod, hogy biztos legyen köztük kék?</p> <p>Válasz: _____</p>	<table border="1"> <tbody> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> </tbody> </table>	a		b		c									
a															
b															
c															

1. Írj le egy olyan egész számot, amelyik a számegyenes megjelölt szakaszához, de nem a szakasz végpontjaihoz tartozik!

A) A szám =



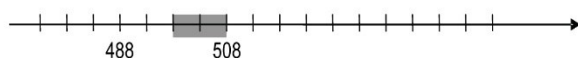
A szám százاسokra kerekített értéke =

B) A szám =



A szám tízesekre kerekített értéke =

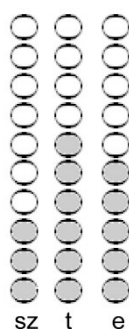
C) A szám =



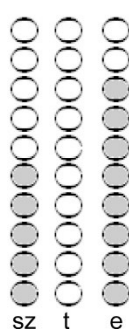
A szám százاسokra kerekített értéke =

2. Bea, Pisti, Jocó és Nóri társasjátékoztak. A játék végén összeszámolták a megnyert pontjaikat. Az alábbi ábrán satírozással jelölték be a maguk pontösszegét. Az ábrán egy kör – elhelyezkedésétől függően – vagy 1 egyest (e), vagy 1 tízest (t), vagy 1 százast (sz) jelöl.

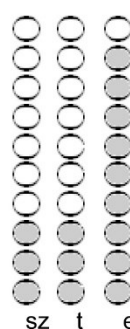
Írd le a megfelelő összeget számjegyekkel a játékosok neve mellé!



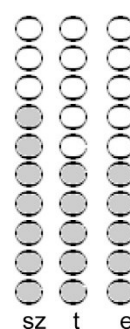
Bea =



Pisti =



Jocó =



Nóri =

Kinek lett a legtöbb pontja?

3. Matematika órán ezekkel a számkártyákkal dolgoztunk. Mindegyikből sok volt.



Mely háromjegyű egész számokat alkothattuk meg ezekből a számkártyákból, ha:

- a) a kapott szám minden számjegye különböző, és százاسra kerekített értéke 400?
 b) a kapott szám két számjegye azonos, és tízesre kerekített értéke 510?
 c) a kapott szám minden számjegye azonos, és az ezresre kerekített értéke 1000?
 d) a kapott szám minden számjegye különböző, és a tízesre, vagy a százاسra kerekített értéke is 500?

1. Figyeld meg jól a példát, és ez alapján **folytasd** a számok bontását!

példa: $51 = 7 \cdot 7 + 2$

a) $30 = \square \cdot 7 + \square$ b) $9 = \square \cdot 7 + \square$ c) $58 = \square \cdot 7 + \square$

d) A számok milyen közös tulajdonságát mutatják meg a fenti felbontások?

.....

e) Írj két olyan számot, ami héttel osztva hármat ad maradékul!

.....

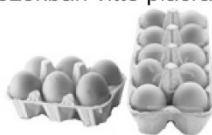
a
b
c
d
e

2. **Folytasd** a helyiérték-táblázat kitöltését!

	Számok	Számok bontása helyiérték szerint		
		százaz	tízes	egyes
Példa:	705	7	0	5
a)	682			
b)	90			
c)		6	7	3
d)		0	4	5

a
b
c
d

3. Gizi néni tízes és hatos tojástartó dobozokban vitte piacra az eladandó tojásokat.



A) Hány tojást vitt Gizi néni a piacra, ha öt nagyobb és négy kisebb dobozt rakott tele?

Írd le a számításaidat, és **egészítsd ki** helyesen a megkezdett szöveges a választ!

Gizi néni darab tojást vitt a piacra.

B) Legközelebb 56 darab tojást vitt eladni. Hány kisebb és hány nagyobb dobozra volt szüksége a csomagoláshoz, ha ragaszkodott ahhoz, hogy minden doboz tele legyen?

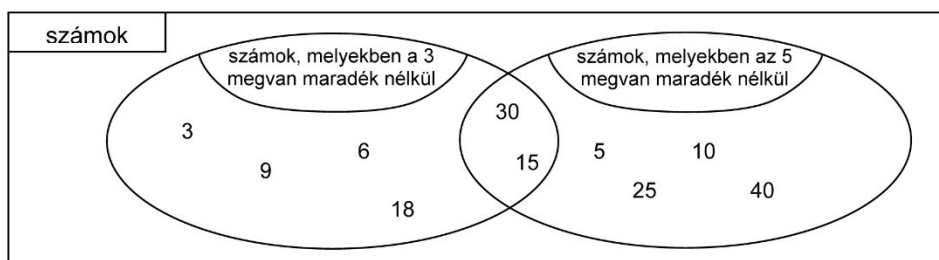
Írd le a számításaidat, és **egészítsd ki** helyesen a megkezdett szöveges a választ!

Gizi néni nagy és kis dobozt rakott tele tojásokkal, vagy nagy és kis dobozt.

a
b
c
d
e
f

1. A halmazok címkéjén feltüntettük, milyen közös tulajdonság alapján kerültek a halmazokba a számok!

Írd be az alábbi ábra megfelelő helyére a következő számokat! **60, 65, 33, 77, 75**



2. A Miss Cica szépségverseny döntőjébe a következő 4 cica jutott.



Mirci
18 hónapos



Lukrécia
20 hónapos



Szerénke
24 hónapos



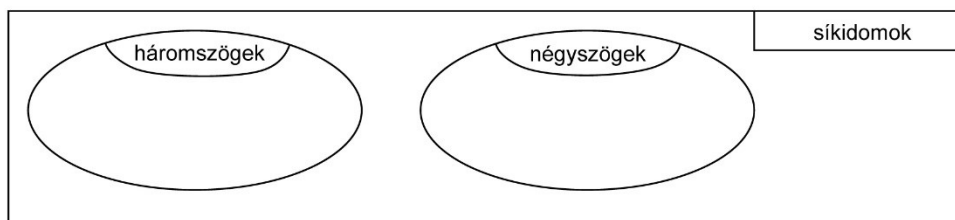
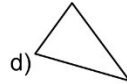
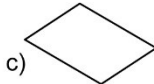
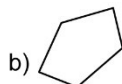
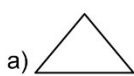
Kormi
30 hónapos

Töltsd ki a táblázatot!

cicák	fekete	fehér
24 hónapnál fiatalabb	a)	b)
24 hónapnál nem fiatalabb	c)	d)

Melyik cica lett a Miss Cica szépségverseny 1. helyezettje, ha egy fekete, 24 hónapnál fiatalabb cica nyert?

3. Írd be a következő síkidomok **betűjelét** a halmazábra megfelelő részébe!



1. **Melyik a több?** Tedd ki a megfelelő relációs jelet (<, >, =)!

- a) $312 + 27$ ☐ $312 + 72$
 b) $345 + 236$ ☐ $354 + 236$
 c) $188 + 712$ ☐ $712 + 188$
 d) $236 + (351 + 43)$ ☐ $236 + 43 + 315$
 e) $815 + 32 + 48$ ☐ $(815 + 48) + 23$

a	
b	
c	
d	
e	

2. Kati nagymamája 195 Ft-ért tejet vásárolt, és vett még kettő joghurtot is. A joghurt darabja 110 Ft-tal volt olcsóbb, mint a tej.

Karikázd be azokat a betűjeleket, amelyek a nagymama által fizetett értéket mutatják, és a többi betűjelet **húzd át!**

- a) $195 + 110 + 110$
 b) $85 + 195 + 85$
 c) $100 + 100 + 100 + 50 + 15 + 15$
 d) $100 + 50 + 100 + 50 + 50 + 10 + 5$
 e) $100 + 50 + 50 + 50 + 50 + 20 + 20 + 20 + 5$



a	
b	
c	
d	
e	

3. Lilla a játékbolt kirakatában nézelődve az alábbi játékokat látja a rajta lévő árcédulákkal.

Püszj játék (P)

Dominó (D)

Kártya (K)

Autó (A)



Ezek közül kettőt szeretne választani kisöccsének születésnapjára úgy, hogy a nála lévő 1000 Ft elég legyen. Hogyan dönthet?

Írd az összes megoldást a téglalapokba, a játékok jelölését használva!

a)	b)	c)	d)	e)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

a	
b	
c	
d	
e	

1.	<p>Írd a szorzatok és hányadosok becsült értékét a megfelelő pontsorra!</p> <p>Válaszd ki az alábbi számok közül azt, amelyik a legközelebb van a becsült értékeidhez!</p> <p>Írd le a választott szám betűjelét a becsült értékek mellé!</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> A) 100 B) 250 C) 70 D) 280 E) 180 F) 90 </div> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;"><u>Becsült érték</u></th> <th style="text-align: center;"><u>Választott szám betűjele</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) $141 \cdot 2 \approx$</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>b) $28 \cdot 3 \approx$</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>c) $49 \cdot 5 \approx$</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>d) $143 : 2 \approx$</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>e) $509 : 5 \approx$</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </tbody> </table>		<u>Becsült érték</u>	<u>Választott szám betűjele</u>	a) $141 \cdot 2 \approx$	b) $28 \cdot 3 \approx$	c) $49 \cdot 5 \approx$	d) $143 : 2 \approx$	e) $509 : 5 \approx$	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> <tr><td>d</td></tr> <tr><td>e</td></tr> </table>	a	b	c	d	e							
	<u>Becsült érték</u>	<u>Választott szám betűjele</u>																														
a) $141 \cdot 2 \approx$																														
b) $28 \cdot 3 \approx$																														
c) $49 \cdot 5 \approx$																														
d) $143 : 2 \approx$																														
e) $509 : 5 \approx$																														
a																																
b																																
c																																
d																																
e																																
2.	<p>Az osztálykiránduláson a tanító néni csokit vesz a gyerekeknek. Az osztályba 17 tanuló jár. A csoki darabja 45 Ft-ba kerül. Mennyit kell fizetnie, ha az osztály minden tagjának egy csokit szeretne venni? A tanító néni 1000 Ft-ossal fizet a pénztárnál. Mennyi pénzt kap vissza?</p> <p>Írd le a kiszámítás módját is!</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%; margin-top: 10px;"></div> <p>Válaszok:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> <tr><td>d</td></tr> <tr><td>e</td></tr> </table>	a	b	c	d	e																									
a																																
b																																
c																																
d																																
e																																
3.	<p>Minden oszlopban húzd át azt a szorzatot, ami nem illik a többi közé!</p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">a)</th> <th style="text-align: center;">b)</th> <th style="text-align: center;">c)</th> <th style="text-align: center;">d)</th> <th style="text-align: center;">e)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$6 \cdot 35$</td> <td>$4 \cdot 15$</td> <td>$6 \cdot 5$</td> <td>$2 \cdot 3 \cdot 3$</td> <td>$4 \cdot 4 \cdot 2$</td> </tr> <tr> <td>$25 \cdot 6$</td> <td>$2 \cdot 30$</td> <td>$2 \cdot 6 \cdot 2$</td> <td>$3 \cdot 3 \cdot 2$</td> <td>$8 \cdot 8$</td> </tr> <tr> <td>$35 \cdot 6$</td> <td>$4 \cdot 30$</td> <td>$5 \cdot 6$</td> <td>$3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$</td> <td>$2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4$</td> </tr> <tr> <td>$5 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 3$</td> <td>$2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5$</td> <td>$2 \cdot 3 \cdot 5$</td> <td>$9 \cdot 2$</td> <td>$4 \cdot 16$</td> </tr> </tbody> </table>	a)	b)	c)	d)	e)	$6 \cdot 35$	$4 \cdot 15$	$6 \cdot 5$	$2 \cdot 3 \cdot 3$	$4 \cdot 4 \cdot 2$	$25 \cdot 6$	$2 \cdot 30$	$2 \cdot 6 \cdot 2$	$3 \cdot 3 \cdot 2$	$8 \cdot 8$	$35 \cdot 6$	$4 \cdot 30$	$5 \cdot 6$	$3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$	$2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4$	$5 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 3$	$2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5$	$2 \cdot 3 \cdot 5$	$9 \cdot 2$	$4 \cdot 16$	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> <tr><td>d</td></tr> <tr><td>e</td></tr> </table>	a	b	c	d	e
a)	b)	c)	d)	e)																												
$6 \cdot 35$	$4 \cdot 15$	$6 \cdot 5$	$2 \cdot 3 \cdot 3$	$4 \cdot 4 \cdot 2$																												
$25 \cdot 6$	$2 \cdot 30$	$2 \cdot 6 \cdot 2$	$3 \cdot 3 \cdot 2$	$8 \cdot 8$																												
$35 \cdot 6$	$4 \cdot 30$	$5 \cdot 6$	$3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2$	$2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 4$																												
$5 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 3$	$2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5$	$2 \cdot 3 \cdot 5$	$9 \cdot 2$	$4 \cdot 16$																												
a																																
b																																
c																																
d																																
e																																

1. Sorold be a mértékegységpárok betűjelét a megfelelő halmazba!

a) hl – l

b) km – m

c) l – dl

d) m – cm



a	
b	
c	
d	

2. Julcsi néni a boltban 1 kg cukrot, egy 2 kg-os zacskó krumplit, fél kg kenyeret, 100 g-os kakaóport és 10 dkg mákot vett. A kosár füle nem bírta el az összes árut, ezért a legnagyobb tömegű árut egy szatyorba rakja át.

Húzd alá annak a terméknek a nevét, amit Julcsi néni a szatyorba tesz!

cukor

krumpli

kenyér

kakópor

mák

a	
---	--

3. Az állatolimpián a rúdugrás döntőjébe három állat jutott. Mindhárman 2 m hosszú rúddal ugrotak, és a legjobb ugrásuk az alábbi volt:

kenguru: 12 dm és kétszer a rúd hossza,

béka: 3 és fél m, és még a rúd hosszának a fele,

nyúl: 203 cm és a rúd hossza.

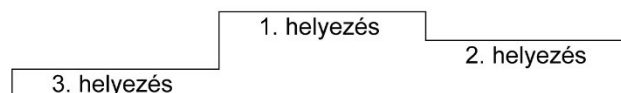
Számítsd ki az ugrások magasságát!

a) kenguru: cm

b) béka: cm

c) nyúl: cm

Milyen sorrend alakult ki a döntőben? **Írd** az állatok nevét a dobogó megfelelő fokára!



a	
b	
c	
d	

4. Melyik nem illik a sorba? **Karikázd be!** A választásodat **indokold** is!

a) m; km; hl; cm; dm

b) Azért a, mert

.....

c) kg – dkg; m – dm; l – dl; dm – cm

d) Azért a, mert

.....

e)



f) Azért a, mert

.....

a	
b	
c	
d	
e	
f	

1. A négy alabárdos, **Bence**, **Tom**, **Frici** és **Vili** kettesével őrzik Fekar király kincseskamráját. Oszd be az őrseget az összes lehetséges módon! **Írd a nevek kezdőbetűjét** a rajzok alá! (Több ábra van, mint ahány lehetőség.)



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Hány órát kell őrségben állnia Fricinek 24 óra alatt, ha ezalatt minden páros sorra kerül, és ugyanannyi ideig áll őrséget? órát

2. Állíts össze a Falánk családnak az étlapról háromfogásos menüt (leves, főétel, desszert) úgy, hogy ne legyen a család tagjai között olyan, aki pontosan ugyanazt a három fogást választja!

Étlap

Levesek:

- húsleves
- gyümölcsleves

Főételek:

- spagetti
- brassói aprópecsenye
- rakott krumpli

Desszert:

- somlói galuska

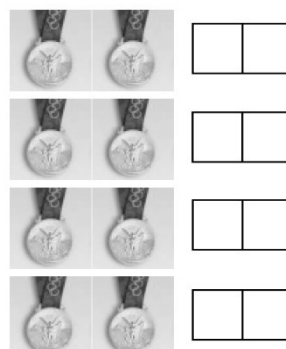
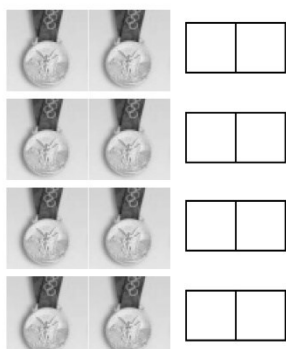
Töltsd ki a táblázatot az ételek nevének **kezdőbetűjével**!

Leves									
Főétel									
Desszert									

Legfeljebb hánytagú a Falánk család, ha nem volt közöttük két családtag, aki pontosan ugyanazt a három fogást választotta?

3. Az állatok sportversenyeket rendeznek az erdei tornapályán. Minden állat **legfeljebb** két versenyszámban indulhat a **kötélmászás**, **futás** és **birkózás** közül. Milyen versenyszámban indulhat Tapsifüles, ha nem számít, hogy melyik versenyszámban indul először?

Írd a választott versenyszámok nevének **kezdőbetűjét** az érmek mellé! (Több ábra van, mint ahány lehetőség.)



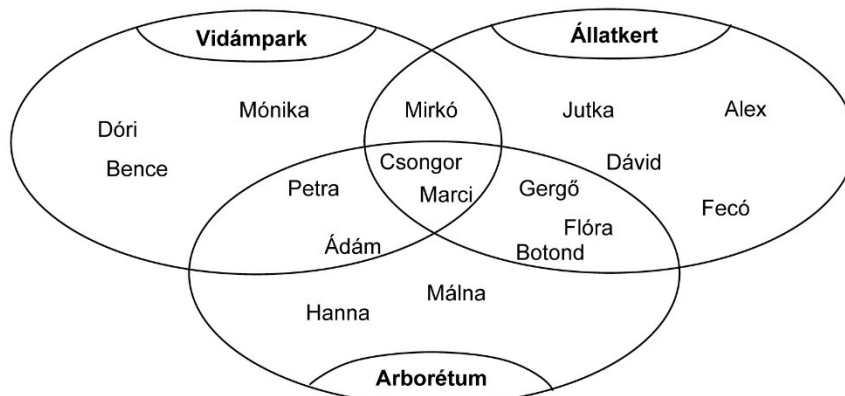
1. Írd be a következő számokat a táblázat megfelelő részébe!

49, 54, 28, 33, 77, 140, 717

a szám	páros	páratlan
7 többszöröse	a)	b)
nem 7 többszöröse	c)	d)

a	
b	
c	
d	

2. Marci osztályában szavazást rendezett a tanító néni, hogy hová mennének szívesen gyereknapon kirándulni. A halmazokban azt láthatod, hogy melyik gyerek mire szavazott.



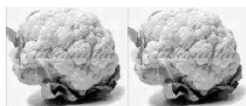
a	
b	
c	
d	
e	
f	

- a) Hányan szeretnének csak az Állatkertbe menni?
- b) Hányan vannak, akik nem csak egy helyre szeretnének menni?
- c) Hová mennek kirándulni, ha arra a helyre mennek, amire a legtöbben szavaztak?
-
- d) Hányan járnak az osztályba, ha 3 hiányzó volt?
- e) Változhatott volna-e a kirándulás helyszíne, ha nem hiányzott volna senki az osztályból?
-
- f) Indokold az e) kérdésre adott válaszodat!
-

3. Kati néni a piacon a következő zöldségeket, gyümölcsöket vásárolta.



a) 40 dkg



b) 130 dkg



c) 180 dkg








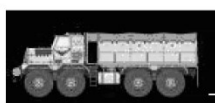



d) 35 dkg



e) 80 dkg

a	
b	
c	
d	
e	

Az 1 kg-nál nehezebbeket a kosarába szeretné tenni. **Karikázd be** azoknak a zöldségeknek, gyümölcsöknek a betűjelét, amelyek a kosarába kerülnek, a többiét **húzd át**!

<p>1. Pótold a hiányzó mérőszámokat, mértékegységeket!</p> <p>a) 1  = 100 cm</p> <p>b) 1 dm =  cm</p> <p>c) 1 l = 1000 </p> <p>d) 1  = 100 l</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d			
a											
b											
c											
d											
<p>2. Panni születésnapjára zsúrta hívta osztálytársait. Édesanyjával három adag túros süteményt sütnék. Egy adag sütemény az alábbi hozzávalókból készül:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 35 dkg túró • negyed kg liszt • 1 egész tojás • fél citrom • 40 dkg kristálycukor <p>Karikázd be azoknak a hozzávalóknak a betűjelét, amelyikből 1 kg-nál több kell a három adag elkészítéséhez, a többi hozzávaló betűjelét húzd át!</p> <p>a) túró b) liszt c) tojás d) citrom e) kristálycukor</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> <tr><td>e</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d		e	
a											
b											
c											
d											
e											
<p>3. A következő feladatokban azt kell megtalálnod, melyik szó illik legjobban a kérdőjel helyére. Karikázd be a megfelelő szó előtt álló nagybetűt!</p> <p>a) űrtartalom mérés : liter = tömeg mérés : ?</p> <p>A) méter B) kilogramm C) óra D) mérleg</p> <p>b) tömeg mérés : mérleg = hosszúság mérés : ?</p> <p>A) centiméter B) kancsó C) méterrúd D) kilométer</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> </table>	a		b							
a											
b											
<p>4. Karikázd be azoknak a gépjárműveknek a betűjelét, amelyek átmehetnek azon az alagúton, amely előtt az ábrán látható tábla áll! A többi gépjármű betűjelét húzd át! (A tábla azt jelenti, hogy 3 méternél magasabb járművek nem mehetnek át az alagúton!)</p> <p></p> <p>a)  290 cm</p> <p>b)  1 m 130 cm</p> <p>c)  2 m 13 dm</p> <p>d)  1 m 20 dm</p>	<table border="1"> <tr><td>a</td><td></td></tr> <tr><td>b</td><td></td></tr> <tr><td>c</td><td></td></tr> <tr><td>d</td><td></td></tr> </table>	a		b		c		d			
a											
b											
c											
d											

1. Ezerlábú Ernő gyerekei túrázni készülnek. A száznál kevesebb lábúak a hegyekbe, a többiek a folyópartra mennek. A gyerekek lábainak számát a hátukra írt műveletből tudhatod meg.



Gizi



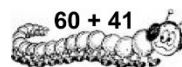
Mici



Lizi



Géza



Ferkó

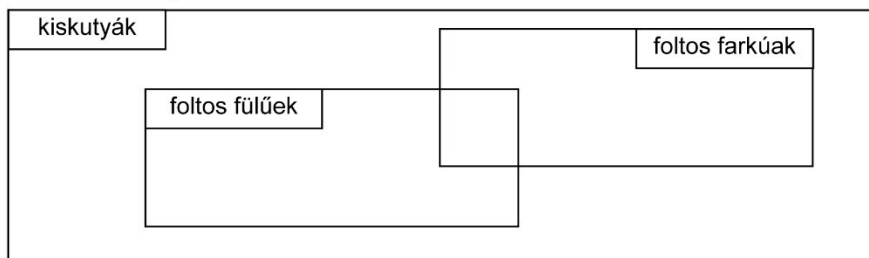
Írd a megfelelő vonalra a **gyerekek nevét!**

Hegyekbe megy:

Folyópartra megy:

2. Az állatmenhelyen 24 kiskutyát gondoztak. Peti kutyát szeretett volna választani magának. 9 kiskutyának sem a füle, sem a farka nem volt foltos. 8 olyan kutyát látott, aminek foltos volt a füle, de nem volt foltos a farka. 3 olyat, aminek csak a farka volt foltos, a füle nem. 4 kutyának a füle is és a farka is foltos volt.

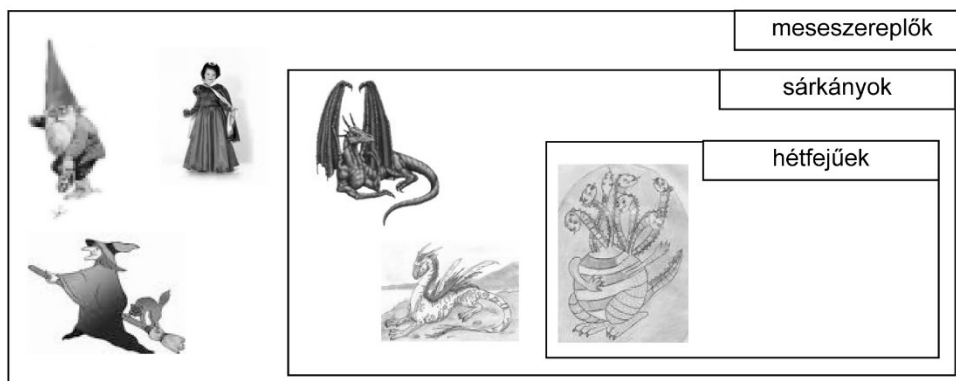
a)-d) Írd az ábra megfelelő részébe a fenti számokat!



e) **Hány** olyan kiskutya közül választhatott Peti, amelyeknek a **füle** foltos volt?

.....

3. **Az ábra alapján** dönts el, hogy igazak vagy hamisak az állítások!



Karikázd be az igaz állítások betűjelét, és **húzd át** a hamisakét!

- Mindegyik sárkány hétfejű.
- Mindegyik sárkány meseszereplő.
- Van olyan sárkány, amelyik nem hétfejű.
- Van olyan hétfejű sárkány, amelyik nem meseszereplő.
- Mindegyik meseszereplő sárkány.

- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
1. Gombóc Artúr csokoládétortát szeretne sütni. Egy tortához a liszten, tojáson, tejen kívül három fajta csokoládé is szükséges: 20 dkg étcsokoládé, 15 dkg tejcsokoládé és 10 dkg mogorós csokoládé.
- Gombóc Artúr minden hozzávalót megvásárolt korábban, de az összes tejcsokoládét megette. Hány dkg tejcsokoládét vegyen, ha hét csokoládétortát szeretne készíteni?
- Adatok:
- Számolás:
- Válasz:
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |
| f | |
2. Kata nagyon szeret olvasni. Gyereknapi megkapta az új kötetet a kedvenc sorozatából, ami 280 oldalas. Első nap már el is olvasott belőle 75 oldalt, és a következő napon is ugyanennyit. Azt szeretnénk megtudni, hány oldal van még hátra Katának a könyvből.
- Karikázd be** azoknak a nyitott mondatoknak a betűjelét, amelyek megfelelnek a feladat szövegének, és **húzd át** azokét, amelyek nem!
- a) $280 - 75 - 75 = \square$

d) $280 - 2 \cdot 75 = \square$
- b) $280 - (75 - 75) = \square$

e) $280 - 75 + 75 = \square$
- c) $280 - (75 + 75) = \square$

f) $280 + 2 \cdot 75 = \square$
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |
3. Bence a farsangi bálra 300 Ft-ot kapott a szüleitől. Amikor megszomjaztak, meghívta a büfébe a barátját egy málnaszörpre. Bence egyformán szereti a baracklevet és az almalevet, ezért
- Bence vagy baracklevet, vagy almalevet vásárolt magának.**
- Karikázd be** azoknak az eseteknek a betűjelét, amit vehetett, **húzd át** azokét, amiket nem!
- a) A málnaszörp mellé almalevet vett, de baracklevet nem.

b) A málnaszörp mellé sem almalevet, sem baracklevet nem vett.

c) A málnaszörp mellé nem vett almalevet, de vett baracklevet.

d) A málnaszörp mellé vett almalevet is, és vett baracklevet is.

Bence a maradék pénzéből még egy szendvicset is vett. Milyen szendvicset vásárolhatott magának? **Húzd alá** a helyes választ!

sajtos sonkás szalámis

Árlap

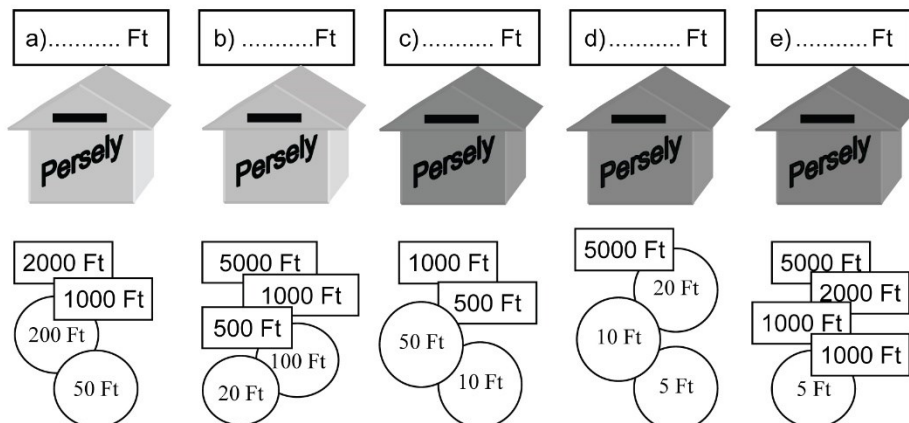
Üdítők:

 - málnaszörp 80 Ft
 - meggylé 100 Ft
 - ananászlé 130 Ft
 - almalé 100 Ft
 - baracklé 100 Ft

Szendvicsek:

 - sajtos 100 Ft
 - sonkás 140 Ft
 - szalámis 130 Ft
- | | |
|---|--|
| a | |
| b | |
| c | |
| d | |
| e | |

1. Írd mindegyik keretbe azt a számot, amely megmutatja, hogy az éppen alatta lévő perselyben hány forint van!

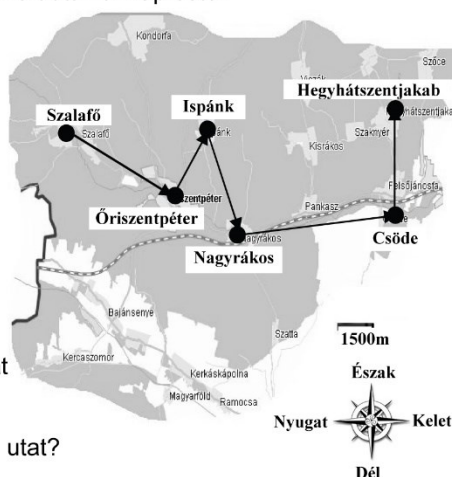


2. A negyedikesek kerékpáros vándortáborban voltak az Őrségben. Hétfőn reggel indult a túra Szalafőről. A térképen látható nyilak irányában haladva minden nap egy újabb helységben aludtak, majd reggel tovább kerekedtek. A helységeket összekötő nyilak hosszából kiszámítható a valóságban megtett út hossza. A térkép jobb alsó részén látható egy kis szakasz, mely alá 1500 m van írva. Ez azt jelenti, hogy ami a térképen éppen a kis szakasszal egyenlő hosszú, az a valóságban 1500 méter.

A fenti szöveg és a térkép alapján **válaszolj** a kérdésekre!

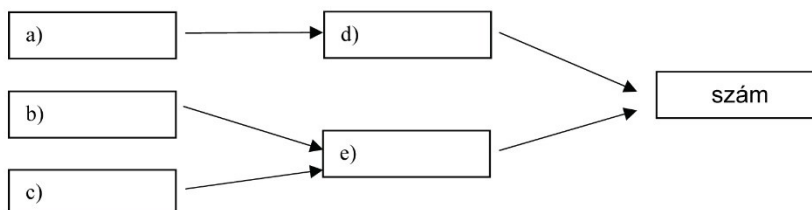
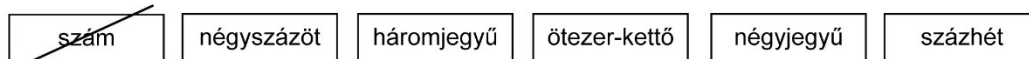
- a) Írd a táblázatba a napok mellé, melyik helységben aludtak aznap este!

Nap	Helység
Hétfő	
Kedd	
Szerda	
Csütörtök	
Péntek	



- b) Mely napokon haladtak délkeleti irányban?
Válasz:.....
- c) Melyik napon tették meg a leghosszabb utat?
Válasz:
- d) Mely napokon tettek meg ugyanolyan hosszú utat?
Válasz:
- e) Melyik napon tettek meg 3000 méternél rövidebb utat?
Válasz:

3. Az alábbi kártyák mindegyikét helyezd el az ábra kereteibe úgy, hogy az ábrán balról jobbra, a nyilak mentén haladva, **igaz állításokat** olvassunk le! Az egyik kártyát már a helyére tettük.



1. **Döntsd el** az alábbi állításokról, hogy igazak **(I)** vagy hamisak **(H)**. Írd az állítások melletti keretbe a megfelelő betűjelet!

a	
b	
c	
d	
e	

a) A 2010-ben több az egyes, mint a százaz.

b) A 2010 nagyobbik ezres szomszédja a 3000.

c) A 2010-ben a számjegyek összege nagyobb, mint a 2009-ben.

d) A 2010-ben az ezresek helyén álló szám alaki értéke 2000.

e) A 2010-ben az ezresek helyén álló szám valódi értéke 2000.

2. Milyen számjegy áll a letakart helyeken? **Írd rá** a szürke téglalapokra!

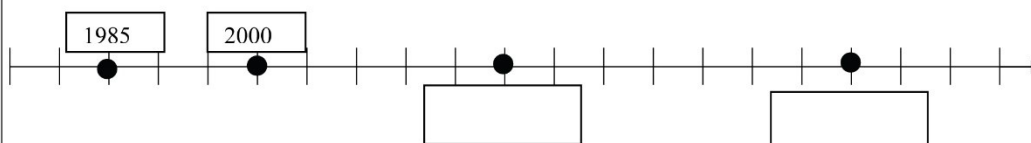
a	
b	
c	

$$3282 < \boxed{3\text{■}81} < \boxed{33\text{■}1} < \boxed{\text{■}289} < 5000$$

a) b) c)

3. **Írd** az üres keretekbe a hiányzó számokat!

a	
b	



4. Az alábbi táblázat mindhárom sorára ugyanaz a szabály igaz. Az oszloponként szereplő számokra egy másik azonos szabály igaz. **Írd le** a talált szabályokat, és azoknak megfelelően **töltsd ki** a táblázat üres helyeit!

a	
b	
c	
d	
e	

a) Sorokra vonatkozó szabály:

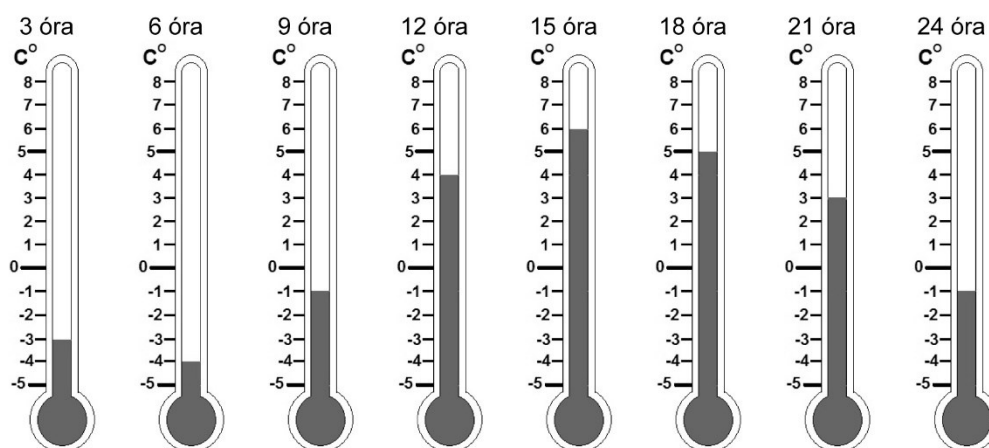
b) Oszlopokra vonatkozó szabály:

3446	3449		3455
	3749	3752	3755
		4052	

1. **Határozd meg** soronként a két mennyiség közötti különbséget, és írd a szürke téglalapba! Dolgozz a példa alapján!

	András	különbség	Béla
Példa	Adóssága 40 Ft	90 Ft	Vagyona 50 Ft
a)	Vagyona 150 Ft.		Adóssága 250 Ft.
b)	Hőmérője -15 °C-ot mutat.		Hőmérője +15 °C-ot mutat.
c)	200 m magas dombon áll.		40 méter mélyen búvárkodik.
d)	10 perccel hamarabb érkezett.		Negyed órát késett.

2. Egy nap háromóránként megmértük a hőmérsékletet. A mért adatokat mutatja az ábra.



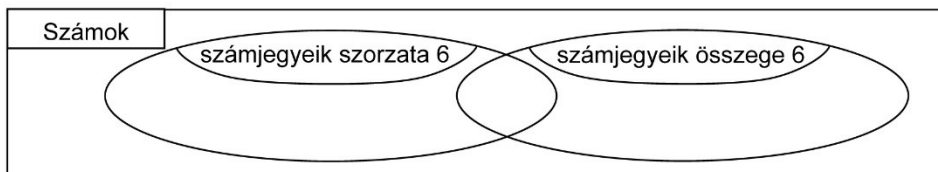
- a) Mekkora volt a hőmérséklet délelőtt 9 órakor?
- b) Mekkora volt a hőmérséklet este 9 órakor?
- c) Hány °C a különbség a délelőtt 9 órakor és az este 9 órakor mért hőmérséklet között?
- d) Hány órakor mértük a leghidegebbet?
- e) Hány óra telt el a leghidegebb és a legmelegebb érték mérése között?

3. **Fogalmazd meg** a szabályt, és **folytasd** a sorozatokat 2-2 elemmel!

- A) 14, 11, 8, 5,, szabály:
- B) 47, 37, 27, 17,, szabály:
- C) -18, -14, -10, -6,, szabály:

1. A halmazok címkéjén feltüntettük, milyen közös tulajdonság alapján kerültek a halmazokba a számok.

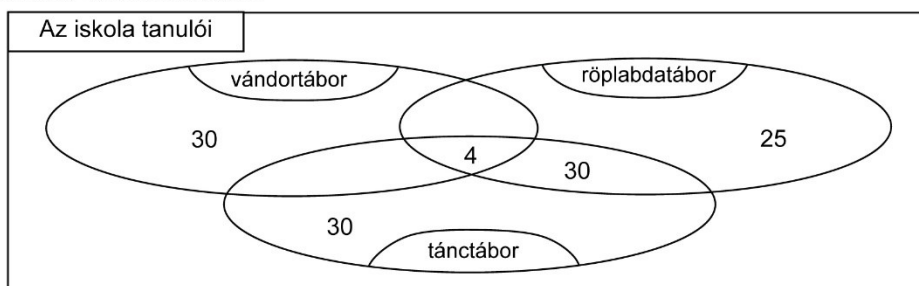
Írd be a következő számokat a megfelelő helyre! **141, 510, 312, 230, 116**



a	
b	
c	
d	
e	

2. Katáék iskolájába 320 gyermek jár. Az iskola háromféle nyári tábort szervez különböző időpontokban: vándortábort, röplabdátábor és táncjátékot. Vándortáborba és röplabdátáborba 28-an mennek, vándortáborba és táncjátékotba 14-en.

Folytasd az adatok beírását!



Melyik táborba mennek a legtöbb?

.....

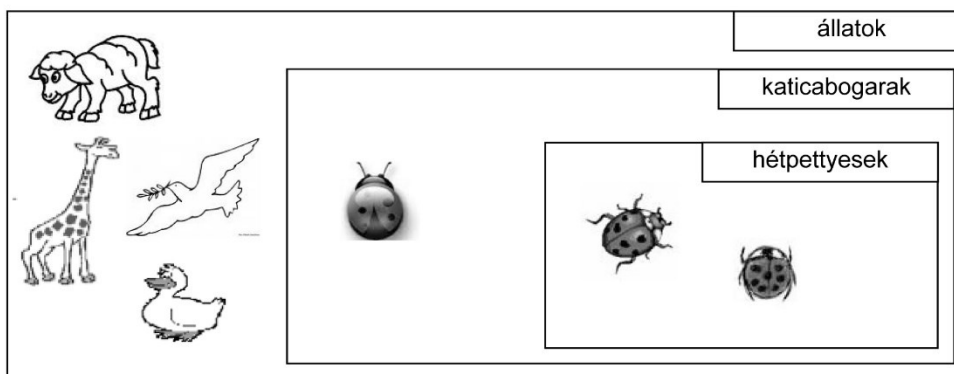
Kik vannak **többen**? **Húzd alá** a helyes választ!

akik nem mennek iskolai táborba

akik mennek iskolai táborba

a	
b	
c	
d	
e	

3. Az ábra alapján dönts el, hogy igazak vagy hamisak az állítások!



Karikázd be az igaz állítások betűjelét, és **húzd át** a hamisakét!

- Mindegyik katicabogár állat.
- Van olyan hétpettyes katicabogár, amelyik nem állat.
- Mindegyik katicabogár hétpettyes.
- Van olyan állat, amelyik katicabogár, de nem hétpettyes.
- Nincs olyan katicabogár, amelyik hétpettyes.

a	
b	
c	
d	
e	

1. Peti a következő szabály alapján képez számsorozatot: a sorszámot szorozza 2-vel, az eredményhez hozzáad kettőt, majd újra megszorozza kettővel.

Töltsd ki a táblázatot Peti szabálya alapján!

		a)	b)	c)	d)
Sorszám	1	2	3	4	5
Sorozat elemei	8				

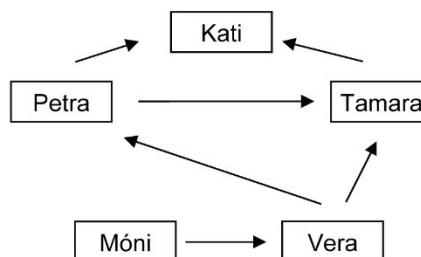
e) Melyik szám lesz a **sorozat 33. eleme**?

a	
b	
c	
d	
e	

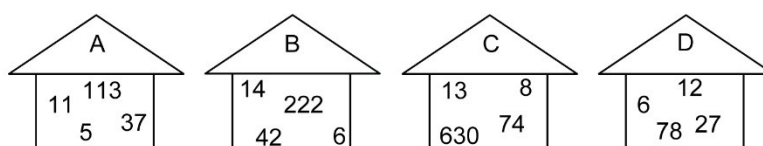
2. Petra, Móni, Vera, Kati és Tamara beszélgetésük során elmondták egymásnak, kinek hány ötöse van matematikából. Peti, aki nekik háttal állva hallotta a beszélgetést, csak a számokat jegyezte meg, melyek csökkenő sorrendben: 9, 8, 5, 4, 2.

Kinek hány ötöse van, ha az ábrán a nyilak a több ötöst gyűjtött tanulók felé mutatnak?
Írd a táblázatba a tanulók nevének kezdőbetűjét, alá azt, hogy hány ötöse van matematikából!

	a)	b)	c)	d)	e)
A tanuló nevének kezdőbetűje					
Ötöseinek száma					



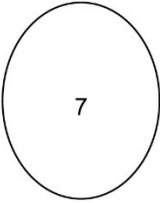
3. A betűkkel jelölt számházak közül melyik milyen tulajdonsággal rendelkezik?



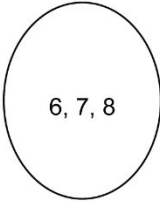
Írd a pontsorra annak a háznak a betűjelét, amelyre illik a megállapítás!

- a) Mindegyik számot a $2 \cdot x + 2$ szabály alapján kaptuk:
- b) Mindegyik többszöröse a háromnak:
- c) Bármely két számot összeszorozod, páratlan számot kapsz:
- d) Van közöttük olyan, amely többszöröse a 10-nek:
- e) Csak páratlan számot tartalmaz:

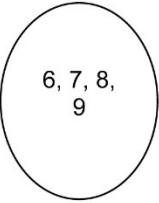
a	
b	
c	
d	
e	

1. Gondoltam egy számot, megszoroztam héttel, a szorzathoz hozzáadtam 18-at, az eredmény 74 lett.
- Karikázd be** annak a nyitott mondatnak a betűjelét, amelyik a feladat helyes megoldásához vezet! **Húzd át** a betűjelét annak a nyitott mondatnak, amelyik nem helyesen tartalmazza a feladat összefüggéseit!
- a) $\square \cdot 7 + 18 = 74$ b) $74 - 18 : 7 = \square$ c) $(74 - 18) : 7 = \square$ d) $\square + 18 \cdot 7 = 74$
- Melyik számra gondoltam?
- $\square = \dots\dots\dots$
2. A nyitott mondatok betűjelét kösd össze azzal a számhalmazzal, amely a nyitott mondatot igazá tevő valamennyi egész számot tartalmazza!
- a) $3 \cdot 2 \leq \odot < 15 - 6$ b) $0 \leq \blacktriangle < 10 : 2$ c) $9 \geq \square > 20 : 4$
- 

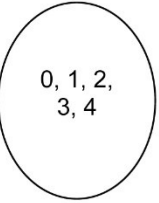
A)



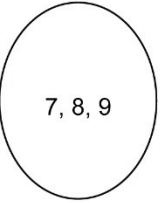
B)



C)



D)



E)
- d) $36 - 28 > \blacktriangle > 6$ e) $4 < \odot - 2 < 8$
3. Lilla és Zsófi együtt 120 almát szedett. Lilla 24-gyel többet, mint Zsófi. Hány almát szedtek külön-külön? Írd a pontvonalra a hiányzó adatokat!
- A) Zsófi almáinak a száma: **x**
- Lilla almáinak a száma: **x +**
- Összesen:
- B) Az összefüggéseket felhasználva írtunk nyitott mondatokat!
- Írj I** betűt a nyitott mondat elé, ha azzal megoldható a feladat, **N** betűt, ha az a nyitott mondat nem ehhez a feladathoz való!
- $\dots\dots\dots x + x + 24 = 120$
 $\dots\dots\dots x + 24 - x = 120$
 $\dots\dots\dots 2 \cdot (x + 24) = 120$
 $\dots\dots\dots 2 \cdot x + 24 = 120$

1. A számkártyákon lévő számjegyekből képezz háromjegyű számokat! Minden számjegy csak egyszer forduljon elő a háromjegyű számban!

Írd be a táblázatba a kapott számokat! Segítségül egy lehetséges esetet már beírtunk.

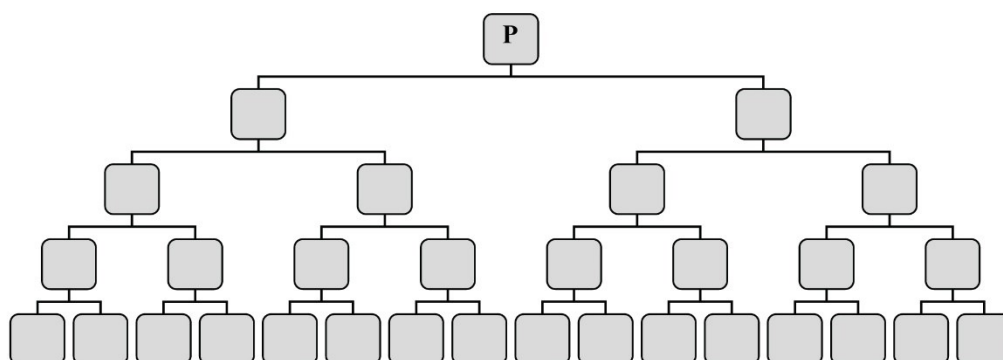
4 3 2

Százások	Tízesek	Egyesek
2	3	4

a	
b	
c	
d	
e	

2. Évi gyöngyöt fűz. Sárga, piros és kék gyöngyei vannak. A láncra 5 szem gyöngy fér. Először mindig a piros gyöngyöt fűzi fel. Egymás mellé nem kerülhet azonos színű gyöngy.

Rajzold be az ábrába a színek **kezdőbetűjével**, hogy milyen lehetőségei vannak a gyöngysor elkészítésére!



Hányféleképpen fűzheti fel a gyöngyöket Évi?

3. Peti szendvicset készít. A zsemlebe vagy pulykahúst vagy fasírtot vagy sonkát tesz. A zöldséget is szereti, ezért vagy uborkát vagy paprikát is tesz a zsemlebe.

Írd le, milyen töltelék kerülhet a szendvicsek belsejébe! Minden lehetséges párosítást sorolj fel! Segítségül egy lehetséges esetet már beírtunk.

Pulyka – uborka

.....

.....

a	
b	
c	
d	
e	

1. Jancsi, **K**arcsi és **L**aci kerékpároznak az úttesten. A gyerekeket a nevük kezdőbetűjével jelöltük. **Folytasd** a táblázat kitöltését! Írd be, hányféle különböző sorrendben követhetik egymást! Vigyázz, kevesebb lehetőség van, mint ahány üres oszlop!

	<i>példa</i>							
első	J							
középső	K							
utolsó	L							

a	
b	
c	
d	
e	

2. Egy láda három különböző kulccsal nyitható. A kulcsok összekeveredtek.



- A) Hány próbálkozással lehet kinyitni a ládát legszerencsésebb esetben? (Egy próbálkozásnak az számít, ha egy kulccsal megpróbálunk kinyitni egy zárat.) Válaszodat **indokold!**
- B) Hány próbálkozással lehet kinyitni a ládát legszerencsétlenebb esetben? Válaszodat **indokold!**

a	
b	
c	
d	

3. Egy tasakban a drazsék sárga, zöld, kék és piros színűek. Minden színből 6-6 darab van.

- A) Legalább hány drazsét kell bekötött szemmel kivenni a tasakból ahhoz, hogy **biztosan** legyen a kihúzottak között **két azonos színű**? Válaszodat **indokold!**
- B) Legalább hány drazsét kell bekötött szemmel kivenni a tasakból ahhoz, hogy **biztosan** legyen a kihúzottak között **két különböző színű**? Válaszodat **indokold!**
- C) Legalább hány drazsét kell bekötött szemmel kivenni a tasakból ahhoz, hogy **biztosan** legyen a kihúzottak között **mind a négy színű**? Válaszodat **indokold!**

a	
b	
c	
d	
e	
f	

1. Írd az alábbi keretekbe a $>$, $<$, $=$ jelek közül a megfelelőt!	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> <tr><td>d</td></tr> <tr><td>e</td></tr> <tr><td>f</td></tr> </table>	a	b	c	d	e	f
a							
b							
c							
d							
e							
f							
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>a) $3 \cdot 170$ $5 \cdot 170$</div> <div>b) $6 \cdot 250$ $250 \cdot 6$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div>c) $798 \cdot 12$ $12 \cdot 798$</div> <div>d) $10 \cdot 1820$ $5 \cdot 910$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div>e) $4 \cdot 152$ $152 \cdot 6$</div> <div>f) $10 \cdot 1360$ $20 \cdot 680$</div> </div>							
2. A sárkányok farsangi bálján ötször annyi hétfejű sárkány táncolt, mint háromfejű. a) Húzd alá az alábbiak közül azt a számot, amely a hétfejű sárkányok számát jelölheti! <div style="text-align: center; font-weight: bold;">14 21 50 73</div> b) Húzd alá az alábbiak közül azt a számot, amely a bálon lévő hétfejű és háromfejű sárkányok számának összege lehet! <div style="text-align: center; font-weight: bold;">22 50 68 72</div>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> </table>	a	b				
a							
b							
3. Peti és Tomi az állatkertben azon vitatkoznak, hogy mennyi lehet az elefántmama tömege. Az elefántok gondozója annyit elárult, hogy az elefántmama 12-szer olyan nehéz, mint az elefántbébi, amelynek a tömege 295 kg. Mennyi az elefántmama tömege? Adatok: Számolás: Válasz:	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> <tr><td>d</td></tr> </table>	a	b	c	d		
a							
b							
c							
d							
4. Fejezd be a megkezdett mondatokat úgy, hogy igazak legyenek a két tényezőös szorzatokra! a) Egy szorzat csak akkor lehet 0, ha valamelyik tényezője 0. Tehát ha egy szorzat 0, és az első tényezője nem 0, akkor b) Ha egy szorzat valamelyik tényezője páros, akkor a szorzat is páros. Tehát ha egy szorzat páratlan, akkor c) Egy szorzat akkor páros, ha van olyan tényezője, amelyik páros. Tehát ha egy szorzat páros, és az egyik tényezője páratlan, akkor	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>a</td></tr> <tr><td>b</td></tr> <tr><td>c</td></tr> </table>	a	b	c			
a							
b							
c							



1. Írd le számjegyekkel a következő mondatokban szereplő számokat!

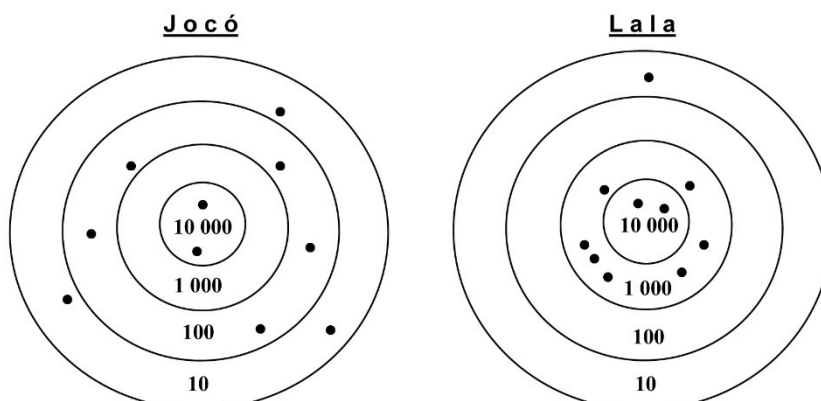
- a) A kiállítás látogatóinak száma tízezer-kettő.
- b) A város lakóinak száma harmincnolcezer-hatszáz.
- c) A Föld átmérője tizenkétfélmillió-hétszázötvenhatezer-háromszáz méter.
- d) A Hold átmérője hárommillió-négyszázhetvenhatezer méter.
- e) Egy építkezés költsége negyvenötmillió-hétezer forint.

a	
b	
c	
d	
e	

2. Jocó és Lala célbadobásban versenyeztek. A 10 -10 dobásig tartó játék eredményét a céltáblák mutatják, amelyekben a találatokat a • jelzi. A körökbe és körgyűrűkbe írt számok az odaérkező egyes találatok pontértékét mutatják.

Mennyi Jocó és mennyi Lala taláatainak pontösszege? Ki ért el több pontot?

Számításaidat írd a céltáblák alá!



Jocó összpontszáma:

Lala összpontszáma:

.....

.....

..... ért el több pontot.

a	
b	
c	
d	
e	

3. A Földön jelenleg élő néhány állatfajra vonatkozó számadat szerepel százasokra kerekítve a következő táblázatban.

Emlősök (E)	Rovarok (R)	Madarak (M)	Halak (H)	Szivacsok (SZ)
3 500	750 000	8 600	18 000	5 000

Írd le az állatfajok betűjelét a táblázatban szereplő számok **növekvő** sorrendjében!

..... < < < <

a	
b	
c	
d	
e	

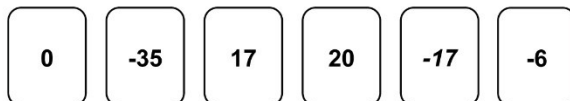
1. Eszter egy januári vasárnap az Interneten megnézte az időjárás-előrejelzést. A hét első felében várható legalacsonyabb és legmagasabb hőmérsékleteket táblázatba foglalta.

	HÉTFŐ (H)	KEDD (K)	SZERDA (SZ)
hajnalban	-5°C	-8°C	-3°C
kora délután	-3°C	-4°C	3°C



- a) Melyik napon mérhet majd Eszter 0°C-os hőmérsékletet is?
- b) Várhatóan melyik napon változik a legtöbbet a hőmérséklet?
- c) Melyik napon kell majd Eszternek a legmelegebben felöltöznie?
- d) Vasárnap sok hó esett. Melyik napon várhatunk egy kis olvadást?
- e) Várhatóan hány °C lesz a hőmérséklet-ingadozás a hét első felében? °C

2. Az utasítás és a kérdések az alábbi számkártyákra vonatkoznak:



- a) Írd fel a számkártyákon álló számokat CSÖKKENŐ sorrendben!

..... > > > > >

- b) Mennyi a legnagyobb és a legkisebb szám különbsége?

- c) Melyik két szám abszolút értéke egyenlő? és

- d) Melyik szám ellentettje a legkisebb?

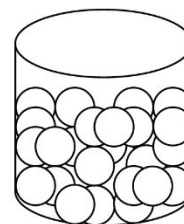
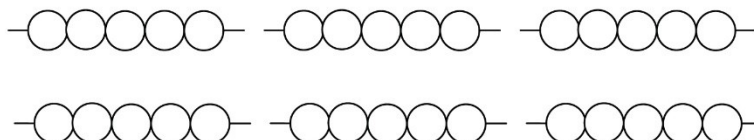
- e) Melyik szám abszolút értéke a legnagyobb?

- f) Mennyi a nem negatív számok összege?

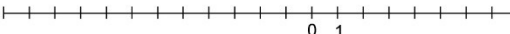
3. Az ábrán öt gyöngyszemből álló láncok vannak. A gyöngyszemekre, balról jobbra haladva, növekvő sorrendben öt **egymást követő egész számot** írtunk.

Minta: —(1)(2)(3)(4)(5)—

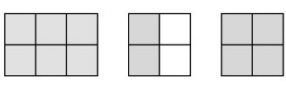
Készíts te is ilyen gyöngysorokat úgy, hogy mindegyikben szerepeljen a **2-es** szám is! Keresd meg az összes megoldást! (Több ábra van, mint ahány lehetőség!)



1. **Húzd alá** a műveletek vagy műveletsorok eredményét!

a) $(-2) - (+4) - (+6) =$ 0 -12 -6 

b) $(-6) - (-12) - (+6) =$ 0 -12 +12

c) $\frac{6}{4} - \frac{1}{2} - 1 =$ $\frac{3}{4}$ $\frac{3}{2}$ 0 

d) $\frac{5}{6} - \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2}\right) =$ $\frac{2}{3}$ $\frac{5}{6}$ $\frac{3}{6}$ 

e) $\frac{5}{6} - \left(\frac{1}{4} - \left(-\frac{1}{2}\right)\right) =$ $\frac{5}{6}$ $\frac{3}{6}$ $\frac{1}{12}$ 

2. Ricsi részére szülei minden hónapban 25000 Ft-ot fizetnek be a JUNIOR bankszámlájára. A bank erről a számláról havonta átutalja az iskolának az állandó költségeket. A márciusi kimutatást mutatja a számla-részlet.

Karikázd be a helyes válaszok betűjelét!

- a) Mennyi pénz volt a számlán 2010. február végén?

A. 25000 Ft **B.** 15500 Ft **C.** 0 Ft

- b) Mennyi pénz volt a számlán az étkezési költségek levonása után?

A. 11250 Ft **B.** 13750 Ft **C.** 15500 Ft

- c) Mennyi pénz volt a számlán 2010. március 4-én?

A. 11750 Ft **B.** 13250 Ft **C.** 23000 Ft

- d) Összesen mennyi levonás történt márciusban a számláról?

A. 13500 Ft **B.** 12500 Ft **C.** 13250 Ft

- e) Mennyi pénzzel rendelkezik a fiú az utolsó levonás után?

A. 11250 Ft **B.** 13500 Ft **C.** 11500 Ft

BEFIZETÉSEK:

2010.02.27. 1.tétel 25000 Ft

LEVONÁSOK:

2010.03.01. ebéd 9500 Ft

2010.03.01. tízórai 1750 Ft

2010.03.03. osztálypénz 2000 Ft

2010.03.10. DSK díj 250 Ft

3. Írj **I**-t az igaz, **H**-t a hamis állítások elé!

a - b = c

- a) Két természetes szám különbsége akkor és csak akkor 0, ha a két szám megegyezik.
- b) Bármely két természetes szám különbsége természetes szám.
- c) Ha a kisebbítendő nagyobb mint kivonandó, akkor a különbség természetes szám.
- d) Ha egy különbség mindkét tagját ugyanannyival növeljük, az eredmény nem változik.
- e) Ha egy különbség mindkét tagját ugyanazzal a számmal csökkentjük, az eredmény a szám kétszeresével csökken.

1. Írd a műveleteket a jelek közé úgy, hogy az eredetivel megegyező eredmény szülessen!



a) b) c) d) e)



a	
b	
c	
d	
e	

2. Egy iskola az éves túrasorozat zárásán a résztvevőknek pólót ajándékozott. A háromféle méret (S, M, L) mindegyikéből 50 db-ot vásároltak. Hogyan számítható ki a számla pontos összege?

Karikázd be a helyes számításokat és **húzd át** a helytelen!

Ára: 400 Ft



a) $400 \cdot 50 + 500 \cdot 50 + 600 \cdot 50$

Ára: 500 Ft



b) $400 + 500 + 600 \cdot 50$

c) $400 + 600 \cdot 50 + 500 \cdot 50$

Ára: 600 Ft



d) $500 \cdot 50 + (600 + 400) \cdot 50$

e) $50 \cdot (400 + 500 + 600)$

a	
b	
c	
d	
e	

3. **Karikázd be** annak a műveletsornak a betűjelét, amelynek a lépéseit mutatja az ábra! Pl.: **(a)**
Húzd át annak a betűjelét, amelyik nem az ábrázolt lépésekhez kapcsolódik! Pl.: **-a)**

A besatírozott részek a részeredményeket és a végeredményt jelölik.

a) $30 + 20 \cdot 3 - 10 : 2$

$\text{---} = 5$

b) $(30 + 20) \cdot 3 - 10 : 2$

1. lépés



c) $(30 + 20 \cdot 3 - 10) : 2$

2. lépés



d) $30 + (20 \cdot 3 - 10) : 2$

3. lépés



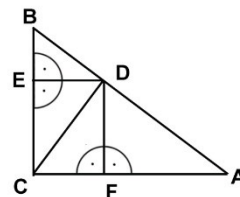
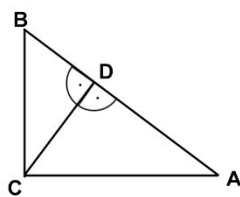
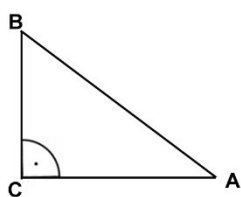
e) $[(30 + 20) \cdot 3 - 10] : 2$

4. lépés



a	
b	
c	
d	
e	

1. Derékszögű háromszöget felosztunk a derékszögű csúcsból a szemközti oldalra húzott magassággal az ábrán látható módon, majd ezt a felosztást folytatjuk az így kapott derékszögű háromszögekkel.



- A) Összesen **hány** derékszögű háromszöget látunk az ábrán az első felosztás után?

Add meg a háromszögeket a csúcsoknál lévő nagybetűk felsorolásával, az óramutató járásával ellentétes irányban haladva!

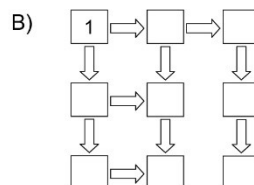
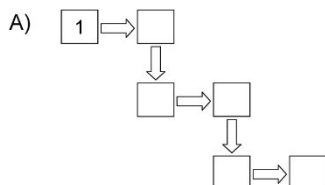
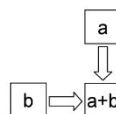
- B) Összesen **hány** derékszögű háromszöget látunk az ábrán a második felosztás után?

2. Nagymama egy tál süteményt hagyott az asztalon két unokájának azzal az üzenettel, hogy egyenlően elosztva egyék meg. Alex és Zsófi különböző időpontban volt otthon, Alex volt előbb. Mindketten megették a tálon talált sütemény felét. Még így is maradt 2 szelet a tálon. **Válaszolj** a következő kérdésekre!



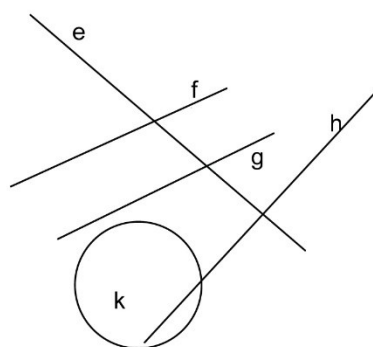
- a) Hány darab süteményt evett meg Zsófi?
- b) Hány darab süteményt látott Zsófi a tálon, mikor hazaért?
- c) Hány darab süteményt evett meg Alex?
- d) Hány darab süteményt látott Alex a tálon, mikor hazaért?
- e) Hány darab süteményt szánt Nagymama egy unokájának?

3. Az alábbi három szabály alapján **töltsd ki** az üres négyzeteket az odavaló számokkal. A négyzetre mutató nyilak helyzete alapján a három szabályból minden lépésnél csak egy érvényes.



1. Írj **I** betűt az igaz, **H** betűt a hamis állítások elé!

- a) Az **e** és az **f** egyenes egymásra merőlegesek.
 b) Az **e** és az **h** egyenes egymásra merőlegesek.
 c) Az **f** és az **g** egyenes egymással párhuzamosak.
 d) A **g** és a **h** egyenesnek nincs közös pontja.
 e) A **k** kör a **g** egyenest érinti.

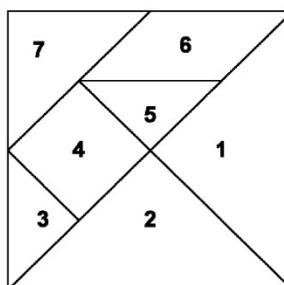


a	
b	
c	
d	
e	

2. Dóri húsvétra egy fából készült kirakójátékot, tangramot kapott. A játék elemeiből változatos figurákat készített Dóri, majd a sokszög alakú falapocskákat visszatette a négyzet alakú dobozba. A játékhoz tartozó könyvecskében egy ábrát talált, melynek alapján a számozott sokszögek kölcsönös helyzetére vonatkozó állításokat fogalmazott meg.

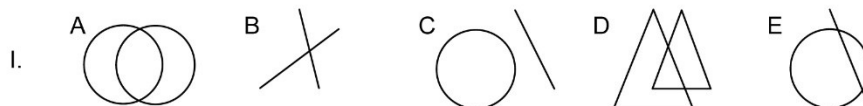
Karikázd be az igaz állítások betűjelét és **húzd át** a hamis állítások betűjelét!

- a) A 7. és a 2. számú sokszögeknek van egymással párhuzamos oldaluk.
 b) A 6. és 3. számú sokszögeknek van közös pontjuk.
 c) A 7. és az 5. sokszögeknek van egymásra merőleges oldalpárjuk.
 d) A 3. és a 2. sokszögnek végtelen sok közös ponja van.

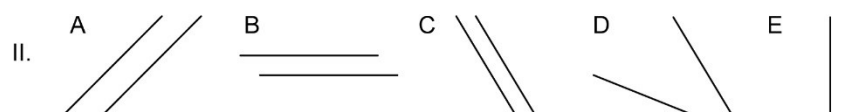


a	
b	
c	
d	

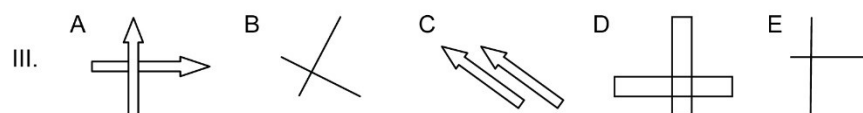
3. Mindegyik sorban van egy oda nem illő ábra. **Húzd át** a sorba nem illő ábra betűjelét! Választásodat indokold!



Indoklás:



Indoklás:



Indoklás:

a	
b	
c	
d	
e	
f	

1. Az ABCD téglalapba berajzoltuk a BCF háromszöget és a CE szakaszt az ábrán látható módon. **Írd** a bejelölt szögek betűjelét a szögfajták neve után!

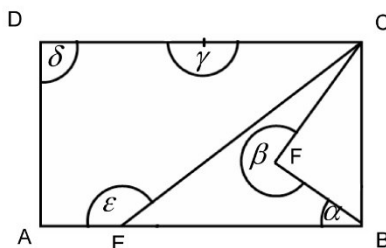
a) hegyesszög:

b) derékszög:

c) tompaszög:

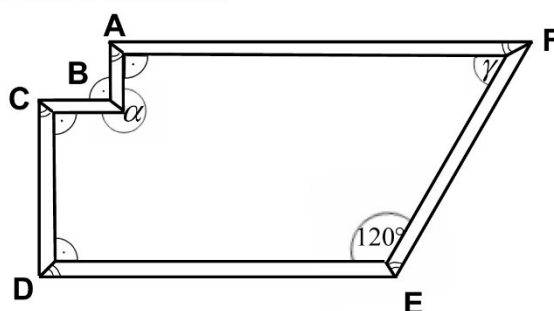
d) egyenesszög:

e) homorúszög:



a	
b	
c	
d	
e	

2. A rajzon egy parkettázott szoba alaprajza látható, amelyben a falak mentén szegőléceket kell rögzíteni a padlóra. A lécek találkozásánál a pontos illesztéshez egy speciális fűrészszel egyforma szögben kell a két illesztendő lécezt levágni. Az ábrán két ív jelöli a levágáshoz beállítandó szöget. **Válaszolj** a következő kérdésekre!



a) **Hány** fokos az α szög?

b) **Sorold** fel, mely csúcsoknál kell 45 fokos szögben vágni a léceket!

c) **Hány** fokos szögben kell vágni a léceket az E csúcsnál?

d) **Mennyi** a γ szög értéke?

e) Indoklás:

a	
b	
c	
d	
e	

3. Az ABC szabályos háromszög két oldalára az ábrán látható módon a háromszögon kívül négyzeteket rajzoltunk. **Hány** fokosak a jelölt szögek?

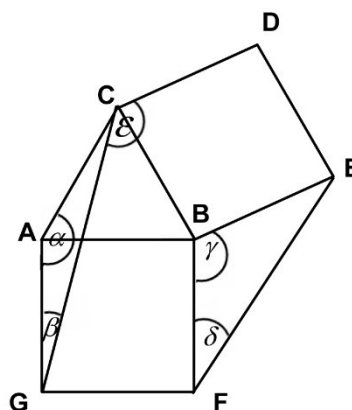
a) $\alpha =$

b) $\beta =$

c) $\gamma =$

d) $\delta =$

e) $\varepsilon =$



a	
b	
c	
d	
e	

1. A következő sorozatban balról jobbra haladva minden soron következő elem 1,5-del nagyobb. **Folytasd** a sorozatot balra három, jobbra két elemmel!

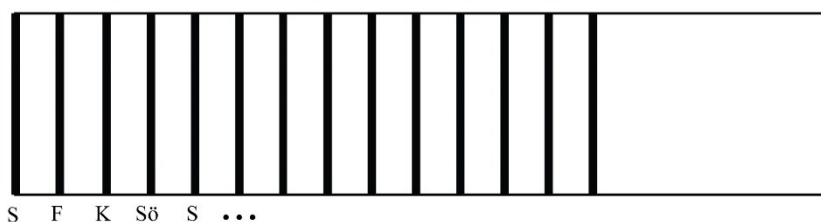
..... ; ; ; 2,25; 3,75; 5,25; ;
 e) d) c) a) b)

a	
b	
c	
d	
e	

2. Az iskola vaskerítését egy szombati napon szülők festik be. A tervek szerint az egymás utáni kerítéselemek színe sorrendben így következik egymás után: sárga, fehér, kék, sötétkék. Mind-egyik szülő egy-egy színt vállal.

Melyik színnel fest az a szülő, aki a

- 15. elemet festi?
- 32. elemet festi?
- 41. elemet festi?
- 60. elemet festi?
- 74. elemet festi?



a	
b	
c	
d	
e	

3. **Állapítsd meg** a következő sorozatokról, hogy melyik növekvő, melyik csökkenő sorozat! A sorozat betűjelét **írd** a táblázat megfelelő helyére!

a) $\frac{2}{3}$; 1; $\frac{4}{3}$; $\frac{5}{3}$; 2; ...

b) $-\frac{2}{3}$; -1; $-\frac{4}{3}$; $-\frac{5}{3}$; -2; ...

c) $\frac{1}{2}$; $\frac{5}{6}$; $\frac{7}{6}$; $\frac{3}{2}$; $\frac{11}{6}$; ...

d) $\left|-\frac{2}{3}\right|$; $|-1|$; $\left|-\frac{4}{3}\right|$; $\left|-\frac{5}{3}\right|$; $|-2|$; ...

e) 0,5; 0,05; 0,005; 0,0005; 0,00005; ...

növekvő sorozat	csökkenő sorozat

a	
b	
c	
d	
e	

1. **Keress szabályt!** A megtalált szabály alapján **töltsd ki a táblázatot!**

A	12	24	1,2		$\frac{3}{5}$
B	60	120		600	

Szabály:

a) $B = \dots\dots\dots$

b) $A = \dots\dots\dots$

2. Egy személyautó 100 km-en 8,5 liter benzint fogyaszt.

Számítsd ki az alábbiakat!

A) Hány liter benzin fogy el, ha 280 km utat tesznek meg az autóval?

B) Mennyibe kerül a 280 km-es út megtétele, ha 1 liter benzin ára 315 Ft?

3. **Karikázd be** azoknak a mondatoknak a betűjelét, amelyekben a mennyiségek között **egyenest arányosság** van! Ahol nincs, húzd át!

- a) Egy áru tömege és az ára között.
- b) Ugyanazon munka elvégzésének ideje és az egyforma teljesítménnyel dolgozó személyek száma között.
- c) A befestendő falfelület nagysága és a felhasznált festék mennyisége között.
- d) Az egyenletes sebességű mozgással megtett út és a közben eltelt idő között.
- e) Az ember életkora és a magassága között.

1. **Határozd meg** a betűk értékét úgy, hogy a műveletek eredménye egyenlő legyen az alábbi szorzás eredményeivel!

$$\textcircled{36} \cdot \triangle 24$$

a) $12 \cdot A$

b) $B \cdot 8$

c) $3 \cdot C$

d) $30 \cdot \triangle 24 + D$

e) $\textcircled{36} \cdot 74 - E$

$A = \dots\dots\dots$

$B = \dots\dots\dots$

$C = \dots\dots\dots$

$D = \dots\dots\dots$

$E = \dots\dots\dots$

a	
b	
c	
d	
e	

2. Zsófi a számológépén szorzásokat végzett.

Döntsd el, hogy **igazak** vagy **hamisak** Zsófi állításai! **Tegyél** X-et a megfelelő helyre!

7	8	9
4	5	6
1	2	3
0		

	Zsófi állításai	Igaz	Hamis
a)	Az azonos oszlopban lévő számok szorzatai legalább kétjegyűek.		
b)	A billentyűn lévő összes páratlan szám szorzata nem nagyobb, mint 1000.		
c)	Bármely számot párossal szorozva az eredmény páros.		
d)	Bármely háromjegyű szám háromjegyűvel szorozva hatjegyű számot ad.		
e)	A páros számok 25-szöröse nullára végződik.		

a	
b	
c	
d	
e	

3. Zoli kapott a nagyszüleitől egy 20 eurós banjegyet a születésnapjára. Kíváncsi volt, mennyit ér a pénze forintban. A szürke oszlopok jelzik, hogy az adott napon mekkora volt az árfolyam.

Számítsd ki és írd a táblázat felső sorába!

Az árfolyam 1 €	a)	b)	c)	d)	e)
274 Ft					
273 Ft					
272 Ft					
271 Ft					
270 Ft					
269 Ft					
268 Ft					
267 Ft					
március	10. nap	15. nap	20. nap	25. nap	30. nap

a	
b	
c	
d	
e	

1. **Végezd el** a műveleteket!

a) $72 : 6 + 5 - 3 \cdot 2 =$

b) $50 - 12 \cdot 5 + 10 =$

c) $(-28) : (-4) + (-2) \cdot 25 =$

d) $\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 6 - 12 + \frac{4}{5} : 2 =$

a	
b	
c	
d	

2. A zöldségesnél egy ládában 12 kg sárgarépa van. Hétfőn volt 4 láda sárgarépa, ebből eladtak 7,5 kg-ot. Kedden hoztak 3 ugyanolyan ládával és még 5 kg-ot és eladtak összesen 14 kg-ot. A szükséges számítások leírásával és elvégzésével **válaszolj** a következő kérdésekre!

– Hány kilogramm sárgarépa maradt hétfőn az üzletben?

– Hány kilogramm sárgarépát vittek kedden az üzletbe?

– Hány kilogramm sárgarépa volt az üzletben kedden záráskor?



a	
b	
c	
d	
e	
f	

3. **Oszd** két csoportba az alábbi műveletsorokat! **Írd** a műveletsorok **betűjelét** a táblázat megfelelő helyére!

a) $72 - 4 \cdot 3 - 10$

b) $10 + 56 - 72 : 3$

c) $4 \cdot 7 \cdot 8 : 2$

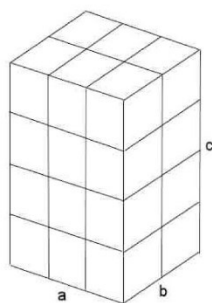
d) $17 + 52 - 73 - 5$

e) $6 \cdot 5 - 42 : 6$

Ha a műveletsort balról jobbra haladva végezzük el,	
helyes az eredmény	nem helyes az eredmény

a	
b	
c	
d	
e	

1. Az ábrán egy téglatestet látsz. Ezt a téglatestet 1 cm élhosszúságú kis kockákból építettük fel.



- a) Hány kockából áll a téglatest?
- b) Milyen hosszúak a téglatest élei? a = cm
b = cm
c = cm
- c) Mennyi a téglatest térfogata? cm³

- d) A téglatest magasságát 6 cm-re növeljük. A másik két él hossza nem változik. Hány kis kockát kell még hozzátenni?
- e) Az ábrán látható téglatest éleit kétszeresre növeljük. Hány kockából áll egy ilyen téglatest?

a	
b	
c	
d	
e	

2. A képeken hiányzik a mértékegység. A pontsorokra írd be, hogy mi a mérőszámokhoz tartozó helyes mértékegység!



- a) üdítő 0,5
- b) vizespohár 3
- c) boroshordó 1
- d) gyógyszer 10
- e) tartálykocsi 5

a	
b	
c	
d	
e	

3. A NÉGYZETES OSZLOP OLYAN TÉGLATEST, AMELYNEK VAN NÉGYZETLAPJA. A gyerekek értelmezik ezt a meghatározást. Segíts eldönteni, hogy kinek van igaza!

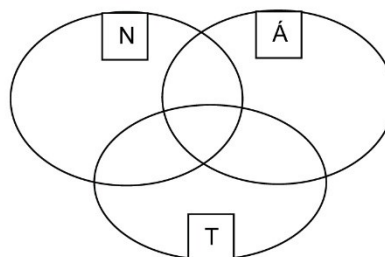
Írj a pontsorra „I” betűt, ha az állítás igaz, és „H” betűt, ha hamis!

- a) Andris: Minden négyzetes oszlop téglatest.
- b) Bea: Van olyan négyzetes oszlop, amelyik kocka.
- c) Csaba: Nincs olyan téglatest, amelyik négyzetes oszlop.
- d) Dávid: Van olyan téglatest, amelyik nem négyzetes oszlop.
- e) Edit: A kocka nem négyzetes oszlop.

a	
b	
c	
d	
e	

1. A gyerekek kedvenc italaikat jelölték be a táblázatban. Írd a megfelelő helyre a nevük kezdőbetűjét a halmazábrába! Minden kezdőbetű csak egy helyre kerülhet.

	Narancslé (N)	Ásványvíz (Á)	Tea (T)
a) Kata (K)	X		X
b) Zoli (Z)		X	X
c) Éva (É)	X	X	X
d) Dóri (D)		X	
e) Bea (B)	X		



a
b
c
d
e

2. Zsuzsa talált egy pénztárcát a parkban. Szerette volna a gazdájához eljuttatni, ezért megnézte a tartalmát. Karikázd be, melyek azok a tárgyak, amelyek egyértelműen azonosítják a tulajdonost, és húzd át, amelyek nem. Pl.: (a) vagy ✗

a)

b)

c)

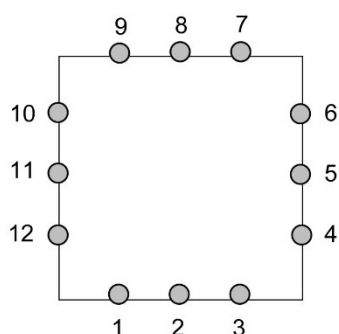
d)

e)



a
b
c
d
e

3. Egy asztal körül 12 szék van, amit megszámoztunk az ábrán. Zoli az első széken ült, de szeretett volna több helyet is kipróbálni, ezért először a tőle jobbra lévő ötödik székre ült át, majd onnan megint az ötödikre és ezt addig folytatta, amíg újra visszakérült az első székre. **Folytasd** a táblázat kitöltését!



Átülések száma	1.	2.	3.	4.	b)	7.
Ülőhely száma	6	11	4	a)	2	c)

d) Hány székot próbált ki, amíg újra visszajutott az első székre?

e) Hányas számú széken ült Zoli, mielőtt visszakérült volna az első székre?

a
b
c
d
e

1. **Egészítsd ki** a táblázatot úgy, hogy az egy oszlopba beírt számok egy adott szám ugyanakkora részeit jelentsék! A sorokban a részekre utaló számok azonos alakjait találod.

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$		$\frac{11}{10}$
0,5		0,2	1,1
	25%	20%	

Nevezd meg, hogyan fejeztük ki az adott részeket a harmadik sorban!

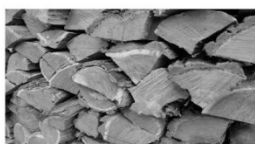
2. Ákos, Bence és Zsombor három különböző iskola hatodik osztályos tanulói. A matematika dolgozatra együtt gyakoroltak, és mindhárman jeles osztályzatot kaptak. Szeretnék összehasonlítani az eredményeiket. Ákos apukája ehhez a következő táblázatot készítette. Számítsd ki a tanulók százalékos teljesítményét, majd az eredményeket egészekre kerekítve töltsd ki a táblázatot!

<i>Dolgozat</i>	<i>Ákos</i>	<i>Bence</i>	<i>Zsombor</i>
Maximális pont	100	85	95
Elért pont	85	71	82
Elért %			

Írd be a három fiú nevét teljesítményük alapján a következő sorba!

..... < <

3. Egy tűzifát árusító cég árengedményt hirdet az általa egy fuvarral kiszállítandó tűzifa mennyiségére. A 20 q-ás kiszállításra 4000 Ft, a 25 q-ás kiszállításra 4500 Ft engedményt ad a teljes vételárból. Mindkét esetben ugyanannyi a szállítási költség.



A) **Melyik** kiszállítás esetén olcsóbb a tűzifa? Válaszodat számítással **indokold!**

B) **Mennyivel** kellene 20 q esetén az árengedményt módosítani, hogy azonos legyen a 25 q-ás engedménnyel? Válaszodat számítással **indokold!**

1. A táblázat váltószámokat és hozzájuk tartozó mértékegység-párokat tartalmaz. **Írd be** a hiányzó párokat!

Váltószámok		
10	100	1000
m – – cm	m – mm
..... – cm	dm –	km –

a	
b	
c	
d	
e	

2. A monitorok méretét „coll”-ban szokás megadni. 1 coll = 2,54 cm.

A) **Végezd el** a mértékváltásokat! **Írd be** az egészekre kerekített mérőszámokat a táblázat megfelelő helyére!

coll	20		17	
cm		56		76

B) **Írd le**, hogyan végzed el az átváltást cm-ről coll-ra!

.....

a	
b	
c	
d	
e	

3. Három azonos méretű flakon együttes űrtartalmának kerekített értéke 2 liter. Egy flakon űrtartalmának dl-ben megadott értéke egész szám. **Válaszolj** a következő kérdésekre!



- a) Legfeljebb hány dl lehetett a három flakon együttes űrtartalma?
- b) Legalább hány dl lehetett a három flakon együttes űrtartalma?
- c) Legfeljebb hány dl-es lehetett egy flakon?
- d) Legalább hány dl-es lehetett egy flakon?
- e) **Add meg** dl-ben egy flakon minden lehetséges űrtartalmát!

a	
b	
c	
d	
e	

1. Írd be a táblázatba a hiányzó mérőszámokat úgy, hogy minden oszlopban azonos mennyiségek legyenek!

Tömeg	Hosszúság	Terület	Térfogat	Idő
125 dkg	5400 cm	0,06 m ²	250 dm ³	8 óra
g	m	cm ²	hl	nap
kg	km	dm ²	m ³	perc

a	
b	
c	
d	
e	

2. Két árucikk ára akkor összehasonlítható, ha vagy az áruk mennyisége, vagy az áruk ára egyenlő. Egy áru akkor olcsóbb, ha ugyanakkora mennyiség kevesebb pénzbe kerül, vagy ha ugyanannyi pénzért több árut kapunk. Segíts eldönteni, hogy melyik áru olcsóbb! Ha az első, írd a pontsorra **1**-et, ha a második, írd **2**-t, ha egyformák, írd **x**-et!

a) 75 dkg kenyér 160 Ft	vagy	1,5 kg kenyér 280 Ft
b) 5 dl tej 95 Ft	vagy	1 l tej 180 Ft
c) 1,5 l ásványvíz 40 Ft	vagy	2 l ásványvíz 60 Ft
d) 20 cm átmérőjű pizza 800 Ft	vagy	40 cm átmérőjű pizza 1600 Ft
e) 1 db alma 100 Ft	vagy	2,5 kg alma 200 Ft

a	
b	
c	
d	
e	

3. Helyezd el a táblázatban az alábbi mértékegységeket!

A mértékegységeket növekvő sorrendben írd a táblázatba, kezd a legkisebb egységgel!

hektár, hét, hektoliter, méter, tonna, év, kilométer, milliméter, kilogramm, négyzetkilométer, liter, köbcentiméter, mázsa, négyzetméter, óra

Idő	<	<
Tömeg	<	<
Hosszúság	<	<
Terület	<	<
Térfogat	<	<

a	
b	
c	
d	
e	

1.	Képezz háromjegyű számokat az 1, 2, 3 számjegyek felhasználásával!	a	
		b	
		c	
	a) Hány számot tudsz felírni, ha egy számjegyet csak egyszer használhatsz fel?	d	
	b) Hány lesz közülük páros?	e	
	c) Hány lesz közülük 3-mal osztható?		
	d) Hány lesz közülük 4-gyel osztható?		
	e) Hány számot tudsz akkor felírni, ha egy számjegy többször is felhasználható?		
2.	Egy tányéron 1 db alma, 1 db körte, 1 db barack, 1 darab narancs és 1 db banán van.	a	
		b	
	a) Hányféleképpen tudnál 2 gyümölcsöt kiválasztani?	c	
	b) Hány különböző párosításban szerepel a <i>körte</i> ?	d	
	c) Hány lehetőség van, ha 3 gyümölcsöt választatsz ki?		
	d) Hányféleképpen választhatsz 3 gyümölcsöt, ha almát és barackot biztosan szeretnél?		
3.	Egy hatodik osztályba járó tanulók közül néhányat megkérdeztek, ki mikor született. Az ábrán a nyílak az idősebbre mutatnak.	a	
		b	
		c	
		d	
		e	
		f	

```

graph TD
    ERİK --> KATI
    ERİK --> NÓRA
    ERİK --> ANDI
    ZSUZSA --> ANDI
    ZSUZSA --> ZOLI
    NÓRA --> ANDI
    ZOLI --> ANDI

```

Írj a négyzetbe „I”-t, ha igaz, „H”-t, ha hamis az állítás!

a) <input type="checkbox"/> Zsuzsa a legfiatalabb.	d) <input type="checkbox"/> Kati a legidősebb.
b) <input type="checkbox"/> Erik idősebb, mint Zoli.	e) <input type="checkbox"/> Zoli idősebb, mint Nóra.
c) <input type="checkbox"/> Nóra fiatalabb, mint Andi.	

Írd le a gyerekek nevét életkoruk szerint csökkenő sorrendben!

..... > > > > >

1.



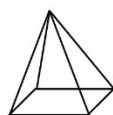
1.



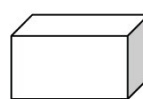
2.



3.



4.



5.

Karikázd be azoknak a testeknek a sorszámát, melyekre az állítások igazak!

- | | | | | | | |
|----|--|----|----|----|----|----|
| a) | Szemközti lapjai egybevágoak. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| b) | 6 lap határolja. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| c) | 12 éle van. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| d) | Háromnál kevesebb csúcsa van. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| e) | Van olyan csúcsa, amelyben négy él találkozik. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |

a	
b	
c	
d	
e	

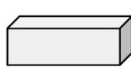
2. A szűlinapra a gyerekek kedvenc süteményeiket készítették el, amelyek lapjait cukros mázzal, éleit marcipánnal vonták be, a csúcsokat pedig cukorgyönggyel díszítették.



mignon



dobostorta



citromos szelet



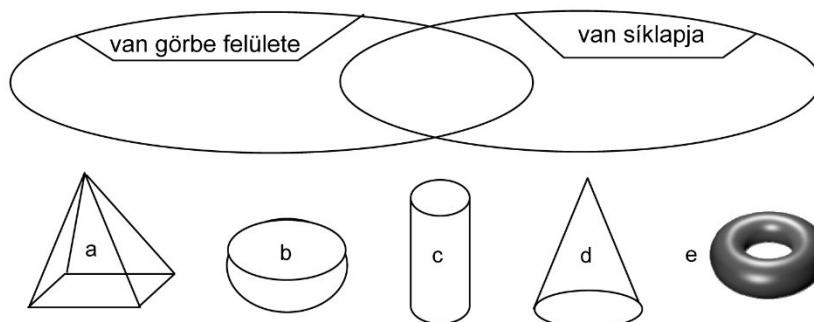
sarkkőri szelet

Húzd alá,...

- | | |
|----|--|
| a) | melyik süteménynek kellett a legtöbb lapját bevonni, ha az aljukat nem kenjük be! |
| | mignon dobostorta citromos szelet sarkkőri szelet |
| b) | melyik süteménynek lehet a legkevesebb marcipánnal bevont éle! |
| | mignon dobostorta citromos szelet sarkkőri szelet |
| c) | melyik süteménynél kellene a legkevesebb cukorgyöngy a sütemények tetején lévő csúcsok díszítéséhez! |
| | mignon dobostorta citromos szelet sarkkőri szelet |
| d) | melyik süteménynél kell négy cukorgyöngy a csúcsok díszítéséhez, ha csak a tetejét díszítjük! |
| | mignon dobostorta citromos szelet sarkkőri szelet |
| e) | mennyi cukorgyöngyre van szükség, ha mind a négy fajtának kidíszítjük a felső csúcsait! |
| | 17 34 29 18 |

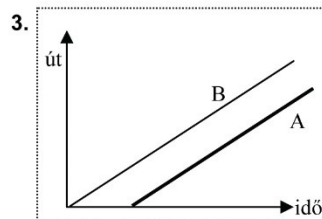
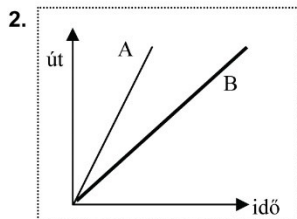
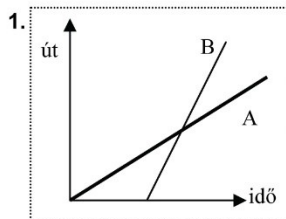
a	
b	
c	
d	
e	

3. Írd a testek betűjelét a halmazábra megfelelő részébe!



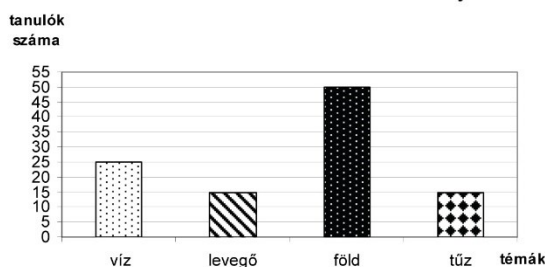
a	
b	
c	
d	
e	

1. Az egyes állítások mellett **karikázd be** azoknak az ábráknak a sorszámát, amelyekről leolvasható az állítás!



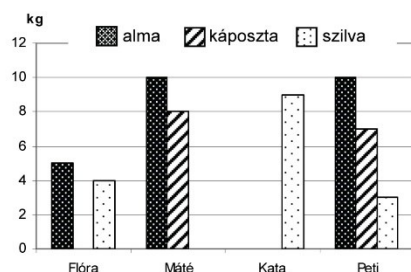
- | | | | | |
|----|---|----|----|----|
| a) | A járművek egyszerre indultak. | 1. | 2. | 3. |
| b) | Az egyik jármű megelőzte a másikat. | 1. | 2. | 3. |
| c) | A járművek egyenlő utat tesznek meg ugyanannyi idő alatt. | 1. | 2. | 3. |
| d) | A járművek nem ugyanabban az időpontban indultak. | 1. | 2. | 3. |
| e) | Az A jármű gyorsabban halad. | 1. | 2. | 3. |

2. A hatodikosok projekttemát választhattak. A választásuk eredményét mutatja a grafikon.



- a) Írd a négyzetbe a hatodik évfolyamon tanulók számát!
- b) Húzd alá a legnépszerűbb témát! víz levegő föld tűz
- c) Húzd alá a legnépszerűtlenebb témá(ka)t! víz levegő föld tűz
- d) Mennyivel több tanuló választotta a legnépszerűbb témát, mint a legkevésbé népszerűt? Írd a négyzetbe a számukat!
- e) A második körben csak azokról a témákról lehetett szavazni, amelyek legalább 25 szavazatot kaptak. Húzd alá, melyek ezek! víz levegő föld tűz

3. Négy barát együtt ment gyümölcsöt és zöldséget vásárolni. A vásárlás eredményét mutatja a diagram. A grafikon alapján írd „I”-t az igaz, „H”-t a hamis állítások elé!



- a) Flóra legalább 4 kg almát és káposztát vásárolt.
- b) Máté 10 kg almán kívül más gyümölcsöt nem vett.
- c) Kata sem almát, sem zöldséget nem vásárolt.
- d) Van olyan gyerek, aki 20 kg árut vásárolt.
- e) Kata vagy Flóra vett 9 kg zöldséget.

11. melléklet. Segédszámítások

1. táblázat. Grafikus elemet tartalmazó feladatok papíron és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése

Évfolyam	N	t	p
1	72	-2,01	<0,05
2	52	0,41	0,68
3	78	0,16	0,87
4	73	-0,44	0,66
5	93	-0,03	0,97
6	78	1,47	0,14

2. táblázat. A feladatokhoz tartozó információ elrendezésének médiahatás-vizsgálata többszemponos varianciaanalízissel (csoportosító változók: a teszt médiuma, az információ elrendezési módja)

Évfolyam	N	F	p
1	149	0,28	0,76
2	149	2,73	0,1
3	135	0,05	0,82
4	149	0,09	0,91
5	149	0,23	0,89
6	146	0,26	0,61

3. táblázat. A feladat megoldásához szükséges pszichikus struktúra médiahatás-vizsgálata többszemponos varianciaanalízissel (csoportosító változók: a teszt médiuma, igényelt pszichikus struktúra, dimenzió)

Évfolyam	N	F	p
1	141	0,49	0,74
2	144	0,57	0,68
3	149	0,75	0,56
4	135	0,39	0,76
5	149	0,08	0,97
6	149	0,79	0,54

4. táblázat. A feladatmegoldás feltételezett kontextusának médiahatás-vizsgálata többszemponos varianciaanalízissel (csoportosító változók: a teszt médiuma, kontextus)

Évfolyam	N	F	p
1	149	0,66	0,52
2	102	0,08	0,97
3	89	0,55	0,7
4	98	0,52	0,59
5	121	0,42	0,79
6	105	0,19	0,91

5. táblázat. A feladat tartalmi elemeinek médiahatás-vizsgálata többszemponos varianciaanalízissel (csoportosító változók: a teszt médiuma, tartalom)

Évfolyam	N	F	p
1	149	0,11	0,74
2	149	0,69	0,56
3	135	0,23	0,79
4	144	0,59	0,98
5	149	0,1	0,96
6	146	3,7	<0,05

6. táblázat. Hatodik évfolyamon a különböző tartalmi elemek papír és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése

Tartalmi elemek	Itemek száma	t	p
1. számok, műveletek, algebra			
1.1. számok	-		
1.2. műveletek	38	0,15	0,88
1.3. algebra	-		
2. relációk, függvények			
2.1. sorozatok	5	0,97	0,36
2.2. adathármasok	10	-1,31	0,21
2.3. ábrázolás Descartes-féle koordináta-rendszerben	5	0,9	0,39
3. geometria			
3.1. konstruálások	-		
3.2. transzformációk	-		
3.3. tájékozódás	10	0,41	0,69
3.4. mérések	33	-0,68	0,5
4. kombinatorika, valószínűségyszámítás, statisztika			
4.1. kombinatorika	6	0,29	0,78
4.2. valószínűségyszámítás	-		
4.3. statisztika	24	2,06	0,04

7. táblázat. Nyílt végű feladatok papír és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése

Évfolyam	N	t	p
1	96	-0,42	0,68
2	89	0,34	0,74
3	71	-0,29	0,77
4	56	-0,46	0,65
5	62	-0,17	0,87
6	81	-0,26	0,78

8. táblázat. Szimbólumok bevitelét igénylő feladatok papír és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése

Évfolyam	N	t	p
1	-	-	-
2	-	-	-
3	16	5,15	p<0,01
4	18	-0,63	0,54
5	13	0,27	0,82
6	12	-1,8	0,1

9. táblázat. Csak egér használatát igénylő feladatok papír és számítógép alapon mért itemnehézségi értékek átlagainak összevetése

Évfolyam	N	t	p
1	24	3,17	<0,05
2	26	-0,25	0,8
3	30	-0,37	0,72
4	36	0,52	0,6
5	54	-0,65	0,52
6	38	1,77	0,09

12. melléklet. A tesztelést követően a felügyelőknek, rendszergazdáknak írt levél

Kedves Kapcsolattartó!

Először is szeretnénk hálás köszönetünket kifejezni, amiért részt vettek az online matematika mérésünkben!

Az adatok feldolgozását megelőzően is már számtalan olyan tapasztalatra tettünk szert, amelynek köszönhetően a további online mérések még jobban és még kevesebb hibával mehetnek végbe. Ennek kapcsán szeretnénk kérni a kapcsolattartókat, mérési koordinátorokat, rendszergazdákat és a mérésben résztvevő egyéb tanárokat, amennyiben idejük és elfoglaltságaik megengedik, hogy osszák meg velünk tapasztalataikat, hogy még további fejlesztéseket hajthassunk végre, amelynek tapasztalatai akár egy későbbi országos online kompetenciamérésbe is beépülhetnek.

Információkat szeretnénk gyűjteni:

- a mérést megelőző feladatok, előkészítés nehézségének szintjéről
- a számítógépen futatott teszt működésének milyenségéről
- a tanulók számítógépes jártasságának befolyásoló erejéről
- a tanulók hozzáállásáról, motivációjáról
- egyéb fontosnak vélt megjegyzésekről

A feladatok önmagukba vett nehézségi szintjéről nem gyűjtünk információt, mert azok a papíralapú feladatbankból lettek kiválasztva, ezáltal nem különböznek a relevánsnak tartott szinttől.

Köszönjük további együttműködésüket!

Üdvözlettel:

Hülber László

kutatásvezető

SZTE Neveléstudományi Intézet